



TUGAS AKHIR – TI 141501

ANALISIS KEBUTUHAN JUMLAH BLOK *TWIN-AUTOMATIC STACKING CRANES* DENGAN MEMPERTIMBANGKAN *TURNAROUND TIME* KAPAL PADA PELABUHAN TELUK LAMONG MELALUI PENDEKATAN SIMULASI

LAILIYA ROHMANA

NRP 2512 100 070

Dosen Pembimbing

Dr. Eng. Ir. Ahmad Rusdiansyah. M. Eng, CSCP

NIP. 196811091995031003

JURUSAN TEKNIK INDUSTRI

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2016



FINAL PROJECT – TI 141501

***ANALYST NUMBER OF TWIN-AUTOMATIC STACKING
CRANES BLOCKS BASED ON VESSEL TURNAROUND TIME
AT TELUK LAMONG PORT BY SIMULATION APPROACH***

**LAILIYA ROHMANA
NRP 2512 100 070**

Supervisor

**Dr. Eng. Ir. Ahmad Rusdiansyah. M. Eng, CSCP
NIP. 196811091995031003**

**DEPARTEMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING
Faculty of Industrial Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS KEBUTUHAN JUMLAH BLOK *TWIN-AUTOMATIC STACKING CRANES* DENGAN MEMPERTIMBANGKAN *TURNAROUND TIME* KAPAL PADA PELABUHAN TELUK LAMONG MELALUI PENDEKATAN SIMULASI

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada

Program Studi S-1 Jurusan Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Oleh:

LAILIYA ROHMANA
NRP. 2512 100 070

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir

Dosen Pembimbing

Dr. Eng. Ir. Ahmad Rusdiansyah, M.Eng, CSCP
NIP. 196811091995031003



SURABAYA, JULI 2016

ANALISIS KEBUTUHAN JUMLAH BLOK *TWIN-AUTOMATIC STACKING CRANES* DENGAN MEMPERTIMBANGKAN *TURNAROUND TIME* KAPAL PADA PELABUHAN TELUK LAMONG MELALUI PENDEKATAN SIMULASI

Penulis : Lailiya Rohmana
NRP : 2512100070
Dosen Pembimbing : Dr. Eng. Ir. Ahmad Rusdiansyah. M. Eng, CSCP

ABSTRAK

Pada tahun 2014, sebuah terminal baru telah dibangun dengan mengusung konsep baru. Terminal tersebut adalah terminal pelabuhan Teluk Lamong. Teluk Lamong adalah pelabuhan pertama dan satu-satunya di Indonesia yang menggunakan konsep “*green port*”. Salah satu dari konsep tersebut ialah lapangan penyimpanan peti kemas yang menggunakan *twin-automatic stacking cranes* untuk mengendalikan keseluruhan perpindahan peti kemas di lapangan penyimpanan.

Bagaimanapun pertumbuhan arus perpindahan peti kemas di Indonesia secara cepat mengalami peningkatan yaitu mencapai 27,2% sejak tahun 2010-2013. Oleh karena itu, Teluk Lamong dituntut untuk mampu memprediksi jumlah lapangan penyimpanan yang optimum melayani permintaan peti kemas secara akurat, mengingat biaya yang dibutuhkan untuk berinvestasi demi mengembangkan lahan dan membeli *twin-ASC* baru terbilang sangat mahal. Di samping, Teluk Lamong harus mencegah *shortage* yang disebabkan *container yard* tidak dapat menampung peti kemas yang datang.

Pada penelitian ini akan dievaluasi kondisi lapangan peti kemas internasional pada saat ini dengan pendekatan simulasi diskrit yang mengakomodasi kompleksitas dan sifat keacakan dari kedatangan peti kemas dan kapal pengangkut. Sehingga, Teluk Lamong dapat memprediksi jumlah lapangan penyimpanan yang optimum dan juga *twin-ASC* dengan mempertimbangkan *turnaround time* kapal. Hasilnya menunjukkan bahwa PT Terminal Teluk Lamong sebaiknya menambah 2 unit *quay cranes* pada saat volume peti kemas internasional mencapai 148416 TEUs per tahun dan beberapa *container yard* pada saat fase 2.

Kata kunci: *container yard, twin-ASC, demand analyst, discrete event simulation*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

ANALYST NUMBER OF TWIN-AUTOMATIC STACKING CRANES BLOCKS BASED ON VESSEL TURNAROUND TIME AT TELUK LAMONG PORT BY SIMULATION APPROACH

Name : Lailiya Rohmana
NRP : 2512100070
Supervisor : Dr. Eng. Ir. Ahmad Rusdiansyah. M. Eng, CSCP

ABSTRACT

Recently, in 2014 the novel concept of terminal port had been already established. It is the Teluk Lamong port. Teluk Lamong is the first and the only terminal port that uses “green port” concept in Indonesia. Teluk lamong port operates all resources and facilities by non fossil energy. One of them is the container yard in which uses twin-automatic stacking cranes to control all containers mobility on container yard.

However, the growth of the container traffic in Indonesia is rapidly increasing up to 27.2% since 2010-2013. Therefore, Teluk Lamong should predict the optimum number of container yard to serve accurately the demand. Because, high investment to reclaim land and buy new twin-automatic stacking cranes. In addition, the estimation prevents container that cannot be stacked.

This research evaluates the current condition of the international container yard by a discrete event simulation approach that accommodates the complexity and stochastic behavior of container and vessel arrival. Therefore, Teluk Lamong can predict the optimum number of container yard and also twin-automatic stacking crane by considering turnaround time. The result shown that Teluk Lamong port should increase 2 unit of quay cranes at international container volume 148416 TEUs per year and several container yards at second phase.

Keyword: container yard, twin-ASC, demand analyst, discrete event simulation

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
<i>ABSTRACT</i>	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	6
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Kontribusi Penelitian.....	6
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	6
1.5.1 Batasan	7
1.5.2 Asumsi	7
1.6 Sistematika Penulisan Penelitian.....	7
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1 Alur Operasi Terminal Peti Kemas	11
2.1.1 Produktivitas Terminal.....	13
2.2 <i>Automatic Stacking Cranes</i>	14
2.3 Strategi dan Aturan Penataan Peti Kemas di <i>Container Yard</i>	17
2.4 Simulasi	18
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Metodologi Penelitian	21
3.2 Penjelasan Metodologi Penelitian	22
3.2.1 Pengumpulan Data dan Pengolahan Data	23

3.2.2	Pembuatan Model Konseptual.....	23
3.2.3	Perancangan Model Simulasi	23
3.2.4	<i>Discrete Event Simulation</i>	23
3.2.5	Verifikasi dan Validasi	24
3.2.6	Perancangan Skenario Eksperimen	25
3.2.7	Analisis dan Interpretasi Data.....	25
BAB 4 PEMODELAN SISTEM		27
4.1	Gambaran dan Identifikasi Sistem.....	27
4.2	Pengumpulan Data	32
4.2.1	Data Peti Kemas <i>Export</i>	32
4.2.2	Data Peti Kemas <i>Import</i>	33
4.2.3	Spesifikasi <i>Automatic Stacking Cranes</i>	34
4.2.4	Data Kapal Pengangkut	36
4.2.5	Data Peti Kemas	37
4.2.6	<i>Fitting</i> Distribusi.....	38
4.3	Pembuatan dan Pengembangan Model	44
4.3.1	Model Konseptual.....	44
4.3.2	Model Simulasi Arena	51
4.3.3	Verifikasi Model.....	63
4.3.4	Validasi Model	66
4.3.5	Perhitungan Jumlah Replikasi	67
BAB 5 PERCOBAAN NUMERIK DAN ANALISIS		69
5.1	Analisis Kondisi <i>Transporter</i> di Sistem	69
5.2	Percobaan Numerik Kebutuhan Blok ASC.....	71
5.2.1	Pengembangan Skenario.....	71
5.2.2	Kebutuhan Blok ASC	73

5.2.3	Rekap Kebutuhan Blok ASC	84
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN		87
6.1	Kesimpulan.....	87
6.2	Saran.....	88
DAFTAR PUSTAKA		89

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Master Plan</i> PT Terminal Teluk Lamong.....	13
Tabel 2.2 Pengendali Status ASC	16
Tabel 4.1 Data Peti Kemas <i>Export</i>	32
Tabel 4.2 Data Peti Kemas <i>Export</i> lanjutan.....	33
Tabel 4.3 Data Peti Kemas <i>Import</i>	34
Tabel 4.4 Data Spesifikasi Aktivitas ASC	35
Tabel 4.5 Data Waktu <i>Pick up</i> dan <i>Drop off</i> ASC	36
Tabel 4.6 Data Kapal Pengangkut.....	37
Tabel 4.7 Rekap Hasil Uji Jenis Distribusi Data	44
Tabel 4.8 <i>t-Test Turnaround Time</i> Kapal Pengangkut.....	66
Tabel 5.1 Data Permintaan Peti Kemas <i>Export</i> dan <i>Import</i>	72
Tabel 5.2 Rekap Skenario Berdasarkan Variabel Keputusan	72

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Skema <i>Layout</i> untuk Jenis Terminal Semiotomatis (Dekker, et al., 2006)	2
Gambar 1.2 Jumlah Peti Kemas yang Ditangani oleh Terminal Teluk Lamong (PT Pelindo III Teluk Lamong, 2016)	4
Gambar 1.3 Jumlah Kapal Sandar di Terminal Teluk Lamong (PT Pelindo III Teluk Lamong, 2016).....	4
Gambar 1.4 Rancangan Denah Lokasi Blok ASC untuk Fase Pengembangan 2014-2019 (PT Pelindo III Teluk Lamong, 2016)	5
Gambar 2.1 Alur Operasi Peti Kemas di Terminal Pelabuhan Teluk Lamong (<i>Receiving</i> dan <i>Delivery</i>).....	12
Gambar 2.2 Ilustrasi <i>Automatic Stacking Cranes</i> (Blaiklock, 2003).....	16
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian	21
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian lanjutan	22
Gambar 4.1 <i>Ship to Shore</i> atau <i>Container Crane</i> (PT Pelindo III Teluk Lamong, 2016)	28
Gambar 4.2 <i>Layout</i> PT Terminal Teluk Lamong.....	29
Gambar 4.3 <i>Automatic Stacking Cranes</i> (PT Pelindo III Teluk Lamong, 2016)...	35
Gambar 4.4 Hasil <i>Fitting</i> Distribusi Durasi Tinggal Peti Kemas <i>Delivery-Unloading</i>	38
Gambar 4.5 Hasil <i>Fitting</i> Distribusi Durasi Tinggal Peti Kemas <i>Receiving>Loading</i>	39
Gambar 4.6 Hasil <i>Fitting</i> Distribusi Data <i>Berthing Setup</i>	40
Gambar 4.7 <i>Fitting</i> Distribusi <i>Departure Setup</i> Kapal Pengangkut	41
Gambar 4.8 Hasil <i>Fitting</i> Distribusi Data Antar Kedatangan Peti Kemas <i>Import</i> atau Antar Kedatangan Kapal Internasional	41
Gambar 4.9 Data Antar Kedatangan Peti Kemas <i>Export</i>	42
Gambar 4.10 Hasil <i>Fitting</i> Distribusi <i>Pick Up</i> dan <i>Drop off</i> ASC	43
Gambar 4.11 <i>Logic Flow</i> Proses Muat Peti Kemas ke Kapal Pengangkut	46

Gambar 4.12 <i>Logic Flow</i> Proses Muat Peti Kemas ke Kapal Pengangkut lanjutan	47
Gambar 4.13 <i>Logic Flow</i> Diagram Proses Bongkar Peti Kemas dari Kapal	49
Gambar 4.14 <i>Logic Flow</i> Diagram Proses Bongkar Peti Kemas dari Kapal lanjutan	50
Gambar 4.15 Model Simulasi <i>Input</i> Peti Kemas <i>Export</i>	51
Gambar 4.16 Model <i>Container Yard Receiving</i>	53
Gambar 4.17 Model Simulasi <i>Container Yard Receiving</i> lanjutan	53
Gambar 4.18 Model Simulasi <i>Updating</i> Kapasitas <i>Slot</i> di <i>Container Yard Receiving</i>	54
Gambar 4.19 Model Simulasi Pemindahan Peti Kemas <i>Export</i> ke <i>Berthing area</i>	55
Gambar 4.20 Model Simulasi Peti Kemas <i>Export</i> Keluar dari <i>Berthing area</i>	55
Gambar 4.21 Model Simulasi Peti Kemas <i>Export</i> Keluar dari <i>Berthing area</i> lanjutan	56
Gambar 4.22 Data <i>ReadWrite</i> Peti Kemas Keluar Sistem.....	57
Gambar 4.23 Model Simulasi <i>Berthing area</i> pada Kondisi Saat Ini	58
Gambar 4.24 Model Simulasi <i>Berthing area</i> pada Kondisi Saat Ini lanjutan	60
Gambar 4.25 Model Simulasi Pembagian Penataan Peti Kemas di <i>Slotx</i>	60
Gambar 4.26 Model Simulasi Penataan Peti Kemas di <i>Slotx</i> 79	61
Gambar 4.27 Model Simulasi Sub Model <i>Update</i> Kapasitas <i>Slot</i>	62
Gambar 4.28 Model Simulasi Sub Model <i>Update</i> Kapasitas <i>Slot</i> lanjutan.....	62
Gambar 4.29 Informasi Kapasitas <i>Slot</i> di <i>Container Yard</i>	63
Gambar 4.30 Informasi Sisa Kapaitas <i>Slot</i> 1	64
Gambar 4.31 <i>Berthing area</i> pada Menit ke 2880	64
Gambar 4.32 Informasi Sisa Kapasitas <i>Slot</i> 2	65
Gambar 4.33 Pengecekan Error dengan <i>Software Arena</i> 14.....	65
Gambar 5.1 Hasil <i>Running</i> Strategi Penugasan <i>Transporter</i>	70
Gambar 5.2 Hasil Penggambaran Nilai Rata-Rata Strategi.....	70
Gambar 5.3 <i>Occupancy Rate</i> Fase 1 dan Fase Antara Peti Kemas <i>Import</i>	73
Gambar 5.4 <i>Occupancy Rate</i> Fase 1 dan Fase Antara Peti Kemas <i>Export</i>	74
Gambar 5.5 <i>Plotting</i> Kapasitas <i>Slot</i> <i>Export</i> pada <i>Container Yard</i> saat Kondisi 7	75
Gambar 5.6 <i>Occupancy Rate</i> Fase 2 Peti Kemas <i>Import</i>	75

Gambar 5.7 <i>Occupancy Rate</i> Fase 2 Peti Kemas <i>Export</i>	76
Gambar 5.8 Rata-Rata Waktu Tunggu LASC Fase 1 dan Fase Antara	77
Gambar 5.9 Rata-Rata Waktu Tunggu WASC pada Fase 1 dan Fase Antara	78
Gambar 5.10 Rata-Rata Waktu Tunggu LASC pada Fase 2	79
Gambar 5.11 Rata-Rata Waktu Tunggu WASC pada Fase 2	80
Gambar 5.12 Rata-Rata Jumlah Kapal Sandar per Bulan pada Fase 1 dan Fase Antara.....	81
Gambar 5.13 <i>Turnaround Time</i> Kapal pada Fase 1 dan Fase Antara	82
Gambar 5.14 Rata-Rata Jumlah Kapal per Bulan pada Fase 2	82
Gambar 5.15 Rata-Rata <i>Turnaround Time</i> Kapal Fase 2.....	83
Gambar 5.16 Hasil <i>Plotting</i> Peti Kemas di <i>Slot Import</i> pada Kondisi 10.....	84
Gambar 5.17 Rekap Kebutuhan Blok Lapangan Penyimpanan ASC internasional	85

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada Bab 6 akan dijelaskan mengenai kesimpulan yang menjawab tujuan penelitian Tugas Akhir yang dilakukan. Di samping itu, akan dijelaskan mengenai beberapa saran untuk perbaikan penelitian selanjutnya.

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pemodelan simulasi yang dilakukan pada objek amatan PT Terminal Teluk Lamong, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Produktivitas PT Terminal Teluk Lamong untuk saat ini yang melayani peti kemas internasional, terbilang rendah dengan mengoperasikan 3 lapangan penyimpanan ASC internasional dengan 2 *berthing area* dan 2 unit *quay cranes*. Hal ini didasarkan bahwa lapangan penyimpanan tidak terisi penuh atau hampir penuh. Berdasarkan perhitungan penggunaan *slot* didapatkan *occupancy rate* peti kemas *export* sebesar 28,3% dan *occupancy rate* peti kemas *import* sebesar 52,5% dengan rata-rata waktu sandar sebesar 2167,18 menit dengan rata-rata jumlah kapal yang berhasil diproses sebanyak 16 kapal per bulan.
2. Pada fase antara 1 yaitu saat permintaan peti kemas mencapai 148416 TEUs per tahun PT Terminal Teluk Lamong sebaiknya menambahkan 2 unit *quay cranes* untuk beroperasi di dermaga. Hal ini disebabkan oleh frekuensi kenaikan kapal yang semakin bertambah selaras dengan kenaikan peti kemas internasional. Pada saat fase tersebut PT Terminal Teluk Lamong tidak perlu menambah lapangan penyimpanan ASC yang aktif sekarang atau hanya perlu dioperasikan 3 blok penyimpanan. Akan tetapi, pada fase 2 yaitu pada saat permintaan mencapai 390000 TEUs per tahun maka PT Terminal Teluk Lamong perlu mengoperasikan 7 lapangan penyimpanan untuk peti kemas internasional dengan *berthing area* berjumlah 3 dan 6 unit *quay cranes*.

6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk kontribusi penelitian dimasa mendatang yaitu sebagai berikut:

1. PT Terminal Teluk Lamong sebaiknya memperhatikan keseimbangan *occupancy* dermaga dengan lapangan penyimpanan atau blok ASC guna menghindari ketimpangan antara kedua *resources* atau fasilitas tersebut. Misalnya, kapasitas lapangan penyimpanan dalam kondisi yang belum terisi penuh akibat dari dermaga yang tidak mampu menampung kedatangan beberapa kapal sehingga kapasitas *slot import* tidak terisi penuh.
2. Terdapat beberapa kekurangan pada penelitian ini yaitu pada model simulasi yang dikembangkan belum memperhatikan waktu perbaikan atau *maintance* untuk *recources landside* ASC, *waterside* ASC, AGV, OTL, dan *quay cranes*.
3. Pada penelitian selanjutnya sebaiknya memperhatikan mengenai perhitungan biaya pembangunan lapangan penyimpanan, dan dermaga. Di samping, memperhitungkan biaya pembelian *landside* ASC, *waterside* ASC, dan *quay cranes*.

DAFTAR PUSTAKA

- Altioek, T. & Melamed, B., 2001. *Simulation Modeling and Analysis with Arena*. New Jersey: Cyber Research Inc and Enterprose Technology Solutions Inc.
- Blaiklock, P., 2003. *Toshiba Mitshubishi-Electric Industrial System Corporation*. [Online]
Available at: <http://www.tmeic.com>
[Accessed 28 Maret 2016].
- Carlo, H. J., Vis, I. F. & Roodbergen, K. J., 2013. Storage Yard Operations in Container Terminals: Literature Overview, Trends, and Research Directions. *European Journal of Operational Research*, Issue 235, pp. 413-430.
- Daellenbach, H. & McNickle, D. C., 2005. *Management Science "Decision Making Through Systems Thinking"*. 1st ed. New York: Palgrave MacMillan.
- Dekker, R., Voogd, P. & Asperen, E. v., 2006. Advanced Methods for Container Stacking. pp. 563-586.
- Harrell, C., Ghosh, B. K., Leader, P. & Bowden, R. O., 2004. *Simulation Using ProModel*. New York: The McGraw-Hill Companies.
- Kelton, D. W., R, S. & T., S. D., 2006. *Simulation with ARENA*. New York: McGraw-Hill Companies .
- Kelton, W. D., Sadowski, R. P. & Sturrock, D. T., 2004. *Simulation with ARENA*. 3rd ed. New York: McGraw-Hill Companies.
- Man, H. K., 2013. *Discrete Event Simulation of a Container Stack with a Twin-Automatic Stacking Cranes Setup*. s.l.:Eramus University Rotterdam.
- Maria, A., 1997. Introduction to Modelling and Simulation. *Proceedings of the 1997 Winter Simulation Conference*, pp. 1-7.
- Park, T., Choe, R., Ok, S. M. & Ryu, K. R., 2010. Real-time Scheduling for Twin RMGs in an Automated Container Yard. *OR Spectrum*, Issue 32, pp. 593-616.

- PT Pelindo III Teluk Lamong, 2016. *Vessel Throughput Internasional dan Domestik*, Surabaya: Terminal Pelabuhan Teluk Lamong.
- Rashidi, H. & Tsang, E. P., 2012. Novel Constraints Satisfaction Models for Optimization Problems in Container Terminals. *Applied Mathematical Modelling*, Issue 37, pp. 3601-3634.
- Robinson, S., 2004. *Simulation: The Practice of Model Development and Use*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd.
- World Bank, 2016. *Container port traffic (TEU: 20 foot equivalent units)*. [Online]
Available at: <http://data.worldbank.org/>
[Accessed 16 Maret 2016].
- Yu, M. & Qi, X., 2012. Storage Space Allocation Models for Inbound Containers in an Automatic Container Terminal. *European Journal of Operational Research*, Issue 226, pp. 32-45.

BIOGRAFI PENULIS



Penulis merupakan pemuda dari Kota Patria yang lahir tanggal 23 April 1994. Mengawali pendidikan dasar di SDN Mandesan 01 (2000-2006), SMPN 1 Wlingi (2006-2009) dan SMAN 1 Talun (2009-2012). Saat SD, SMP dan SMA, penulis aktif di kegiatan olimpiade seperti Kebumihan, *Science*, Karate dan Aktif di Organisasi Sekolah seperti OSIS. Saat Perkuliahan, penulis aktif terjun ke masyarakat

sebagai pengajar di HMTI ITS Mengajar dan aktif sepenuhnya sebagai *staff* saat tahun kedua perkuliahan di Departemen Sosial Masyarakat.

Selama masa perkuliahan, penulis pernah mengambil *student exchange* di University Teknikal Malaka Malaysia (UTeM) dan mengambil konsentrasi mata kuliah mengenai *Lean Six Sigma*, *Occupational Safety and Health*, *Concurrent Engineering*, dan lain-lain selama 1 semester. Di samping itu, penulis juga berkesempatan mengunjungi Medan untuk mengikuti Lomba INPACT 2016 dan keluar sebagai finalis dalam tim SEMUT HITAM. Penulis pernah mengikuti kerja praktek di PT Badak NGL khususnya di *procurement section* dan meneliti mengenai *owner estimate* atau harga perkiraan sendiri selama kurang lebih 2 bulan dan membuat aplikasi mengenai perhitungan harga perkiraan sendiri. Apabila terdapat pertanyaan atau ingin berdiskusi dapat melalui email lailiya70@gmail.com.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 1

PENDAHULUAN

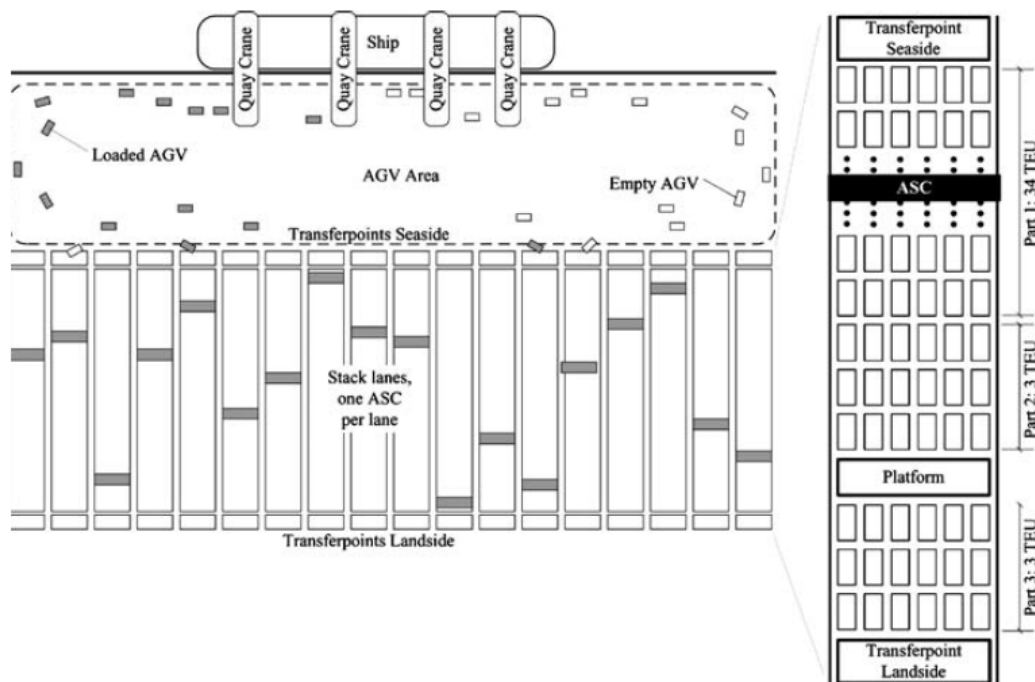
Pada Bab I Pendahuluan akan dijelaskan mengenai latar belakang penelitian di terminal Teluk Lamong, perumusan masalah yang ingin diselesaikan pada penelitian ini, tujuan penelitian, dan kontribusi penelitian bagi PT Pelindo III Teluk Lamong. Selain itu, akan dijelaskan mengenai batasan dan asumsi yang digunakan dalam penelitian ini serta akan dijelaskan juga mengenai sistematika penulisan penelitian.

1.1 Latar Belakang

Sejalan dengan pertumbuhan ekonomi Indonesia dan dampak dari perdagangan dunia mengakibatkan aktivitas lalu lintas peti kemas di pelabuhan Indonesia mengalami peningkatan. Menurut data yang diolah dari World Bank (2016), terjadi peningkatan jumlah peti kemas *twenty feet equivalent units* (TEUs) dari tahun 2010 hingga 2013 sebesar 27,2% dan data tersebut diperkirakan akan terus mengalami peningkatan. Akibat dari peningkatan lalu lintas peti kemas tersebut, sejumlah pelabuhan baru telah dibangun dan terminal lama mengalami perluasan (Rashidi & Tsang, 2012). Salah satu terminal baru yang telah selesai dibangun dan mulai beroperasi sejak tahun 2014 yaitu terminal pelabuhan Teluk Lamong.

Terminal pelabuhan Teluk Lamong yang berlokasi di perbatasan Surabaya - Gresik merupakan terminal pelabuhan pertama dan satu-satunya di Indonesia yang pengelolaannya mengusung konsep "*green port*". Konsep *green port* tersebut diimplementasikan dengan menggunakan bahan bakar nonfosil dalam operasional terminal. Di samping itu, operasional terminal Teluk Lamong sendiri dilakukan dengan sistem semiotomatis. Hal tersebut didukung oleh berbagai fasilitas pendukung pelabuhan yang dioperasikan tanpa campur tangan manusia secara langsung. Misalnya, penggunaan *rail-mounted gantry cranes* (RMGCs) atau *automatic stacking cranes* (ASC) untuk penataan peti kemas di *container yard*. Terminal Teluk Lamong saat ini memiliki 5 *container yard* aktif dengan 3 blok

dialokasikan untuk konsumen internasional dan 2 blok untuk peti kemas domestik. Setiap blok tersebut terdiri dari 40 *slots*, 9 baris, dan 5 *tier* (tumpukan). Setiap blok *container yard* di terminal Teluk Lamong dilengkapi dengan 2 ASC bertipe kembar dimana kedua blok tersebut tidak dapat saling melintasi sehingga dibutuhkan *buffer area* untuk meletakkan peti kemas sesuai jangkauan *landside* ASC ataupun sesuai dengan jangkauan *waterside* ASC. Oleh karena itu, diperlukan pemeliharaan jarak antar *landside* ASC dan *waterside* ASC untuk alasan keamanan (Carlo, et al., 2013). Oleh sebab itu, di terminal Teluk Lamong akan dijumpai *buffer area* untuk membantu proses pemindahan peti kemas. Penggambaran lokasi *container yard* terhadap fasilitas pendukung pelabuhan lain dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Skema *Layout* untuk Jenis Terminal Semiotomatis (Dekker, et al., 2006)

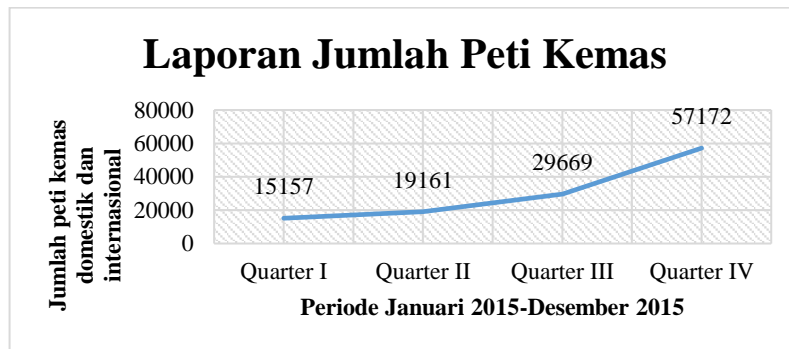
Di samping itu, terminal pelabuhan Teluk Lamong sendiri memiliki empat aktivitas utama yaitu *loading* (muat), *discharging* (bongkar), *receiving*, dan *delivery*. Proses *receiving* ialah kegiatan terminal menerima sejumlah peti kemas dari depo (*landside*) untuk selanjutnya disimpan di *container yard* hingga peti kemas tersebut diangkut ke sebuah kapal. Sedangkan proses *delivery* sendiri adalah

proses penerimaan peti kemas dari sisi *seaside* dimana peti kemas akan dibongkar dan disimpan sementara di *container yard* untuk selanjutnya diambil oleh truk eksternal (truk milik konsumen). *Container yard* sendiri memiliki pengaruh yang signifikan pada produktivitas pelabuhan. Hal ini dikarenakan penanganan peti kemas di *container yard* berhubungan langsung terhadap produktivitas terminal. Produktivitas sebuah terminal pelabuhan dapat diukur dengan kemampuan terminal tersebut untuk memelihara standar waktu pelayanan terhadap konsumen (Yu & Qi, 2012). Standar waktu yang dimaksud di sini ialah *turnaround time*.

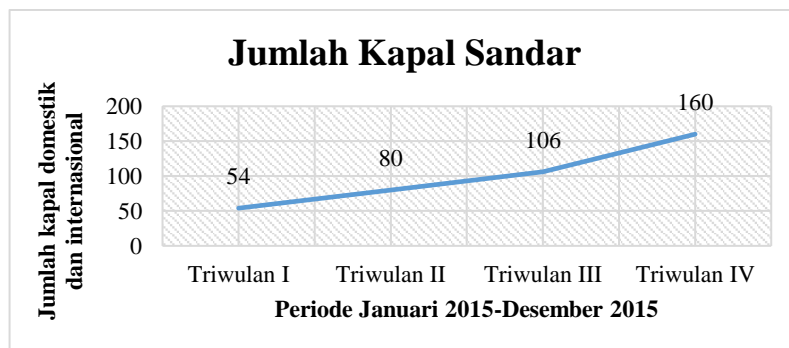
Menurut Yu dan Qi (2012), *turnaround time* ialah waktu ketika sebuah kapal melakukan proses memuat atau membongkar peti kemas sampai dengan tersebut meninggalkan pelabuhan. Semakin rendah *turnaround time* untuk proses bongkar muat peti kemas maka semakin baik pula kemampuan produktivitas terminal tersebut dalam melayani permintaan konsumen. Pada saat ini, terminal Teluk Lamong membutuhkan *turnaround time* rata-rata 2171 menit untuk memuat dan membongkar peti kemas dari sebuah kapal internasional dengan kondisi digunakan 3 blok *container yard* (PT Pelindo III Teluk Lamong, 2016). Artinya apabila *turnaround time* tersebut dikonversikan ke dalam *throughput* per jam, terminal Teluk Lamong dapat memuat peti kemas sejumlah 35 TEUs per jam dan membongkar peti kemas sejumlah 36 TEUs per jam untuk kapal internasional. Akan tetapi, *throughput* tersebut belum memenuhi target yang diharapkan oleh pihak manajemen yang mencapai 37 TEUs per jam baik untuk memuat dan membongkar peti kemas dari sebuah kapal internasional.

Permasalahan perbedaan *turnaround time* ataupun *throughput* pada kondisi lapangan dengan harapan dari Teluk Lamong sendiri disebabkan oleh berbagai sebab. Salah satunya, disebabkan oleh peningkatan volume peti kemas yang ditangani oleh terminal pelabuhan Teluk Lamong tanpa diimbangi oleh peningkatan kapasitas *container yard*. Data peningkatan volume peti kemas tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.2. Di samping itu, peningkatan beban kerja terminal Teluk Lamong dapat dilihat dari peningkatan jumlah kapal sandar di dermaga baik untuk kapal domestik dan internasional. Data tren peningkatan jumlah kapal sandar tersebut ditunjukkan oleh Gambar 1.3. Dengan demikian,

kapasitas *container yard* tersebut akan ditantang dengan peningkatan permintaan peti kemas (Carlo, et al., 2013).

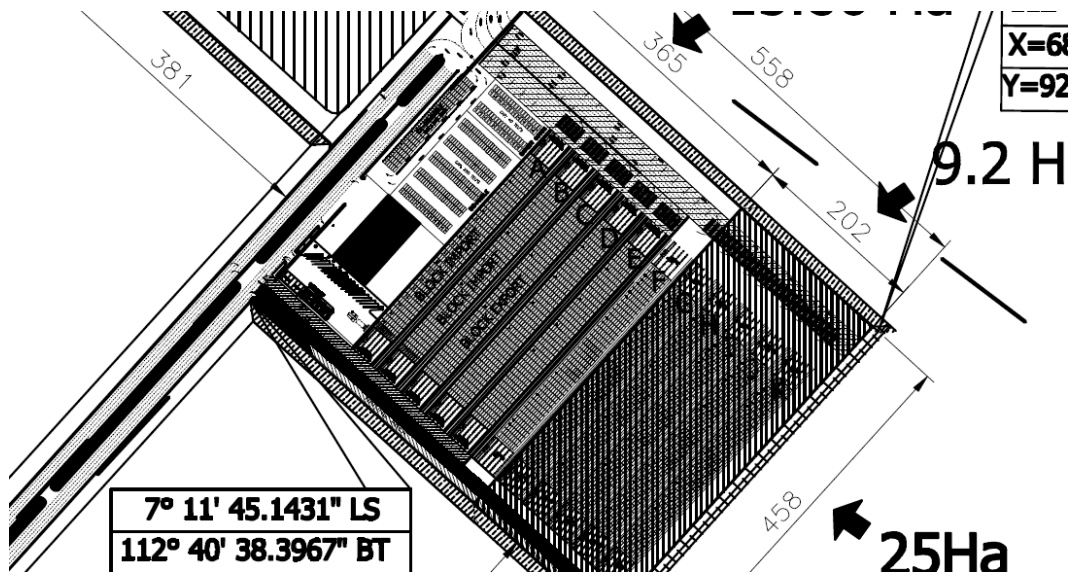


Gambar 1.2 Jumlah Peti Kemas yang Ditangani oleh Terminal Teluk Lamong (PT Pelindo III Teluk Lamong, 2016)



Gambar 1.3 Jumlah Kapal Sandar di Terminal Teluk Lamong (PT Pelindo III Teluk Lamong, 2016)

Pelabuhan Teluk Lamong sendiri direncanakan akan melakukan perluasan area operasional pelabuhan untuk jangka waktu beberapa tahun ke depan. Rancangan perluasan *container yard* atau blok ASC untuk tahun 2014-2019 dapat dilihat pada Gambar 1.4. Oleh karena itu, selaras dengan pengembangan blok ASC maka dibutuhkan penentuan jumlah blok ASC yang optimum dan sesuai dengan perubahan volume permintaan peti kemas mengingat biaya investasi sebuah *yard crane* ASC mahal yang mencapai lebih dari Rp 500,000,000.00. Sehingga, hal tersebut dapat meminimasi waktu pelayanan terhadap konsumen atau *turnaround time* kapal dan waktu tunggu peti kemas di *container yard* dengan penggunaan *occupancy rate* lapangan penyimpanan.



Gambar 1.4 Rancangan Denah Lokasi Blok ASC untuk Fase Pengembangan 2014-2019 (PT Pelindo III Teluk Lamong, 2016)

Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan analisis kebutuhan jumlah blok ASC yang optimum dengan mempertimbangkan produktivitas terminal dari segi meminimasi *turnaround time* kapal, *occupancy rate*, dan waktu tunggu peti kemas. Pendekatan simulasi digunakan pada penelitian ini karena permasalahan memiliki kompleksitas yang tinggi. Kompleksitas tersebut disebabkan oleh faktor interdependensi antar elemen sistem, seperti jumlah peti kemas yang tiba di *container yard* tergantung pada peti kemas yang telah sukses dibawa oleh *automatic guided vehicle* (AGV) dari *waterside* ataupun peti kemas dari *landside* telah sukses melewati pemeriksaan di *main gate*. Di samping itu, waktu proses pengiriman peti kemas tergantung pada volume peti kemas yang ada dimasing-masing blok ASC dan banyaknya perintah kerja untuk setiap blok ASC. Faktor lainnya yang mempengaruhi kompleksitas permasalahan yaitu variabilitas. Variabilitas ini dapat menghasilkan ketidakpastian pada sistem. Variabilitas tersebut seperti jumlah kapal pengangkut yang sandar ke dermaga tidak pasti sehingga menyebabkan ketidakpastian volume peti kemas yang ditangani oleh blok ASC. Metode simulasi diskrit atau *discrete event simulation* diajukan pada penelitian ini untuk mengakomodir kompleksitas, *input* data yang bersifat stokastik, interdependensi, dan variabilitas permasalahan.

1.2 Perumusan Masalah

Sesuai dengan penjelasan latar belakang sebelumnya maka permasalahan yang ingin diselesaikan pada penelitian ini yaitu bagaimana menentukan kebutuhan jumlah blok ASC yang optimum di pelabuhan Teluk Lamong untuk mengantisipasi kenaikan permintaan peti kemas dengan mempertimbangkan *turnaround time* terminal pelabuhan Teluk Lamong, *occupancy rate* CY dan mengurangi waktu tunggu peti kemas.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian simulasi operasi blok ASC Teluk Lamong yaitu sebagai berikut:

1. Mengevaluasi produktivitas blok ASC yaitu *occupancy rate* dan waktu tunggu peti kemas saat ini.
2. Mengetahui jumlah blok ASC yang optimum beroperasi di terminal Teluk Lamong dalam mengantisipasi kenaikan permintaan volume peti kemas.

1.4 Kontribusi Penelitian

Kontribusi yang diharapkan dari penyelesaian permasalahan ini sebagai berikut:

1. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi untuk PT Pelindo III Terminal Teluk Lamong untuk mengetahui *occupancy rate* lapangan penyimpanan, waktu tunggu peti kemas, dan *turnaround time* yang dimiliki saat ini.
2. Penelitian ini juga diharapkan dapat berkontribusi bagi PT Pelindo III Terminal Teluk Lamong dalam menentukan jumlah blok ASC yang optimum guna mengakomodasi perubahan permintaan dimasa mendatang mengingat biaya investasi pembelian ASC yang mahal.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian yaitu berupa batasan dan asumsi sebagai pembatas ruang permasalahan sekaligus memberikan beberapa asumsi untuk mendukung

penyelesaian penelitian di terminal Teluk Lamong. Batasan dan asumsi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1.5.1 Batasan

Batasan yang digunakan untuk membatasi ruang lingkup permasalahan simulasi proses operasi ASC yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian ini akan difokuskan pada simulasi kerja blok ASC internasional
2. Pada penelitian ini menggunakan satuan peti kemas TEUs dengan jenis peti kemas yang digunakan yaitu peti kemas kering tertutup.
3. Proses simulasi menggunakan *software* Arena® 14.0.
4. Durasi simulasi dibatasi selama 1 bulan dengan *warm-up* periode selama 3 hari.

1.5.2 Asumsi

Asumsi yang digunakan untuk mendukung kelancaran dan penyelesaian permasalahan simulasi proses operasi ASC adalah berikut:

1. Peti kemas yang mengalami proses *re-handling* diasumsikan akan dikembalikan ke tempat semula saat peti kemas tersebut disimpan pertama kali.
2. Waktu ASC melakukan proses *pick up* dan *drop off* untuk setiap *tier* disatu *slot* yang sama diasumsikan sama.
3. Jenis kapal yang bersandar di dermaga diasumsikan sama.

1.6 Sistematika Penulisan Penelitian

Pada sub bab sistematika penulisan penelitian akan dijelaskan mengenai penjelasan ringkas mengenai garis besar isi dari setiap bab yang ada pada penelitian ini.

1. BAB I PENDAHULUAN

Pada Bab I dijelaskan mengenai latar belakang dilakukan penelitian mengenai simulasi proses operasi kerja blok ASC dengan permasalahan yang ingin diselesaikan yaitu bagaimana mengevaluasi jumlah blok ASC

yang optimum dengan mempertimbangkan strategi penataan peti kemas dan produktivitas terminal pelabuhan. Di samping itu, pada Bab Pendahuluan akan dibahas mengenai tujuan penelitian, manfaat penelitian bagi perusahaan, dan ruang lingkup penelitian.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab Tinjauan Pustaka akan dipaparkan informasi mengenai hal-hal yang berkaitan dengan operasi ASC di terminal pelabuhan seperti penjelasan mengenai arus aliran peti kemas dari awal masuk ke sistem melalui *pre gate* pelabuhan sampai dengan peti kemas tersebut keluar dari *container yard* dan arus aliran peti kemas yang dibongkar dari kapal sampai menunggu di *container yard* hingga peti kemas tersebut diambil oleh truk eksternal dari depo. Di samping itu, akan dijelaskan mengenai landasan teori yang digunakan pada penelitian ini yaitu *discrete event simulation* dan akan disimulasikan menggunakan *software Arena*® 14.

3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada Bab Metodologi Penelitian akan dijelaskan mengenai tahapan penyelesaian penelitian simulasi penentuan jumlah blok ASC yaitu dimulai dari fase identifikasi permasalahan dan tujuan penelitian. Selanjutnya, pada tahap pengumpulan data akan dikumpulkan materi baik dari studi literatur maupun studi lapangan. Pada studi lapangan akan dikumpulkan data *gate activity* untuk *receiving* dan *delivery*. Di samping itu, akan dikumpulkan juga data mengenai *vessel throughput activity*, spesifikasi ASC, waktu *handling* ASC, waktu proses ASC, dan durasi tinggal peti kemas di *container yard*. Pada tahap berikutnya dilakukan proses identifikasi sistem guna membantu dalam pembuatan model konseptual dan simulasi. Dari hasil simulasi tersebut, akan dilakukan proses verifikasi dan validasi hasil simulasi. Apabila model telah diverifikasi dan divalidasi, maka akan dilakukan simulasi untuk menentukan jumlah blok ASC yang optimum.

4. BAB IV PEMODELAN SISTEM

Pada bab ini akan dilakukan proses pengumpulan data yang terkait dengan simulasi penentuan jumlah blok ASC. Data tersebut seperti data *gate activity receiving* internasional, data *gate activity delivery* internasional, *vessel throughput* internasional, waktu *handling* proses ASC, waktu *re-handling* peti kemas di *container yard*, spesifikasi ASC, aturan alokasi peti kemas di *container yard*, dan durasi tinggal peti kemas di *container yard*. Berikutnya, dilakukan proses identifikasi sistem dan pembuatan model konseptual. Setelah itu, akan dilakukan *fitting* distribusi untuk setiap jenis data yang digunakan sebagai *input* pembuatan model simulasi.

5. BAB V PERCOBAAN NUMERIK DAN ANALISIS HASIL

Pada Bab Percobaan Numerik dan Analisis Hasil akan dibahas mengenai simulasi kondisi ASC saat ini. Selanjutnya akan disimulasikan kondisi ASC dengan berbagai skenario merubah jumlah permintaan peti kemas untuk *input* simulasi sehingga didapatkan *occupancy rate* dari setiap skenario. Dari hasil simulasi tersebut, akan diberikan rekomendasi penentuan jumlah blok ASC yang optimum.

6. BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Pada Bab Kesimpulan dan Saran akan dijelaskan mengenai kesimpulan yang didapatkan dari pengolahan data. Selanjutnya, dari kesimpulan yang didapatkan tersebut akan direkomendasi penentuan jumlah blok ASC yang optimum di terminal pelabuhan Teluk Lamong dan saran untuk mengakomodasi kenaikan permintaan dimasa mendatang. Di samping itu, pada tahap ini akan diberikan saran perbaikan dan pengembangan penelitian dimasa mendatang.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

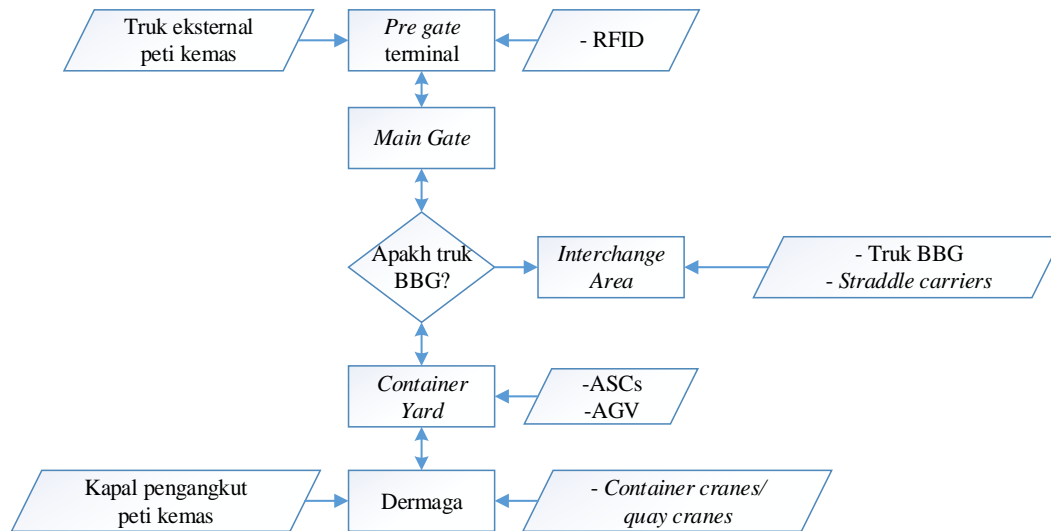
Pada Bab Tinjauan Pustaka akan dijelaskan mengenai landasan teori yang digunakan ini dan berbagai informasi pendukung penelitian ini. Informasi tersebut seperti penjelasan alur proses penerimaan dan pengiriman peti kemas di terminal pelabuhan Teluk Lamong. Di samping itu, juga akan dijelaskan mengenai cara dan urutan kerja *automatic stacking cranes*, aturan penataan peti kemas, dan konsep simulasi.

2.1 Alur Operasi Terminal Peti Kemas

Terminal pelabuhan Teluk Lamong merupakan satu-satunya dan pertama pelabuhan di Indonesia yang mengusung visi *green port* dimana sistem operasi di pelabuhan Teluk Lamong mengacu pada pengurangan emisi gas karbon dengan menggunakan truk berbahan gas, melakukan penghematan energi dengan *light emitting diode* (LED), menggunakan *solar cell* dan menggunakan pendingin ruangan bukan *freon*. Oleh karena itu, terminal Teluk Lamong mengimplementasi operasional pelabuhan yang bersifat semiotomatis yaitu dengan menggunakan ASC bertipe kembar dimana penggunaan ASC ini tidak menggunakan tenaga manusia untuk mengatur peti kemas di *container yard*. Akan tetapi, kerja ASC tersebut dikendalikan dengan sistem komputer yang terdapat pada sebuah tower. Terdapat dua aliran yang mempengaruhi proses operasional di terminal pelabuhan Teluk Lamong yaitu arus aliran penerimaan peti kemas dari depo atau lebih dikenal dengan istilah *receiving-loading* dan aliran pengiriman peti kemas dari kapal pengangkut yang sandar di pelabuhan dan disimpan sementara di *container yard* atau dikenal dengan *delivery-unloading*.

Berdasarkan Gambar 2.1 alur operasional pelabuhan Teluk Lamong terbagi menjadi dua aliran yaitu *receiving-loading* dan *delivery-unloading*. Proses *receiving-loading* dimulai dari truk eksternal yang membawa peti kemas masuk pada *pre gate* yang mana pada proses ini peti kemas yang dibawa dicocokkan dengan data peti kemas yang didaftarkan oleh pengirim melalui sistem komputer

sebelumnya. Apabila ditemukan masalah mengenai ketidakcocokan maka peti kemas tersebut tidak boleh melewati *main gate* dan menunggu proses verifikasi dokumen dengan petugas *tally pre gate*.



Gambar 2.1 Alur Operasi Peti Kemas di Terminal Pelabuhan Teluk Lamong
(*Receiving dan Delivery*)

Setelah melewati pengecekan di *pre gate*, truk peti kemas tersebut akan melewati *main gate* untuk menerima *job order* atau *job slip* yang berisi informasi lokasi penempatan peti kemas. Sesuai dengan kebijakan Teluk Lamong yang mengusung konsep *green port* maka setelah area *main gate* truk eksternal yang tidak menggunakan bahan bakar gas akan dipindahkan ke truk dari Teluk Lamong yang telah menggunakan bahan bakar gas di *swap area* atau *interchange area*. Selanjutnya dengan menggunakan *straddle carrier* peti kemas tersebut dipindahkan ke truk BBG yang disediakan oleh Teluk Lamong. Truk tersebut membawa peti kemas menuju *container yard* sesuai dengan *job order* yang diterima dan selanjutnya *landside ASC* mengambil peti kemas tersebut diambil dan diletakkan sesuai *slot* yang diperintahkan. Apabila kapal yang membawa peti kemas sudah datang, *waterside ASC* akan memindahkan peti kemas ke area pengambilan dimana peti kemas tersebut akan dibawa oleh AGV menuju dermaga atau *berthing area*. Setelah itu, *container crane* akan mengambil peti kemas tersebut dan meletakkan pada palka kapal.

Tabel 2.1 *Master Plan* PT Terminal Teluk Lamong

Keterangan	Fase II (2014-2016)	Fase III (2014-2016)	Fase IV (2016-2023)	Fase V (2023-2030)
Kapasitas Peti Kemas (TEUs) (internasional dan domestik)	780000	1560000	3110000	4590000
Internasional BA (m)	500 x 50	500 x 50	1080 x 50	1080 x 50
<i>Quay cranes</i> (unit) (internasional dan domestik)	5	10	20	28
Blok ASC (internasional dan domestik)	10	20	44	54

Sumber: (PT Pelindo III Teluk Lamong, 2016)

Sedangkan proses *delivery-unloading* merupakan kebalikan dari proses *receiving-loading*. Pada proses *delivery-unloading* aliran dimulai dari peti kemas yang datang dari kapal pengangkut. Peti kemas tersebut akan dibongkar dengan *container crane* atau *quay crane* di dermaga dan dipindahkan ke AGV untuk selanjutnya dibawa ke *container yard*. *Waterside ASC* akan mengambil peti kemas tersebut dan memindahkan peti kemas tersebut sesuai dengan perintah kerja *yard planner*. Peti kemas tersebut akan disimpan sementara di *container yard*. Apabila konsumen akan mengambil peti kemas tersebut maka *landside ASC* akan memindahkan peti kemas ke area pengambilan dan peti kemas tersebut akan diambil dengan menggunakan truk BBG dan akan di-*transfer* ke truk eksternal milik konsumen di *swap area*. Peti kemas tersebut akan mengalami proses pemeriksaan dokumen yang sama di *pre gate* terminal. PT Terminal Teluk Lamong sendiri memiliki *master plan* pengembangan fasilitas pendukung terminal pelabuhan. Seperti pengembangan BA internasional, jumlah *quay crane*, dan blok ASC termasuk mengenai prediksi permintaan peti kemas. Estimasi mengenai hal tersebut terdapat pada Tabel 2.1.

2.1.1 Produktivitas Terminal

Mengoperasikan terminal secara efisien merupakan hal yang penting di dalam maritim logistik. Berbagai pihak maupun peneliti banyak berkonsentrasi bagaimana untuk meningkatkan efisiensi terminal dari berbagai aspek. Misalnya

menjadwalkan dan menentukan *quay cranes* dan *block cranes* atau ASC. Kekuatan terminal dari aspek bisnis dilihat bagaimana pelabuhan tersebut mempertahankan *service level* terhadap konsumen yaitu *turnaround time*.

Turnaround time tersebut dipicu lapangan penyimpanan untuk memproses peti kemas muat sehingga menunggu kapal pengangkut menunggu untuk memuat peti kemas dalam kuantitas yang telah ditentukan. *Turnaround time* merupakan salah satu tolok ukur bagaimana *stakeholder* menilai produktivitas terminal. Produktivitas secara umum yaitu kemampuan menghasilkan *output* sebanyak-banyaknya dengan input yang seminimal mungkin. Di samping itu, *turnaround time* juga dipicu oleh *well-designed* dari distribusi peti kemas di lapangan penyimpanan.

Dimana *turnaround time* dipengaruhi oleh jumlah lapangan penyimpanan yang beroperasi. Semakin banyak lapangan penyimpanan maka proses tunggu peti kemas akan menurun. Namun, jumlah lapangan penyimpanan tersebut harus dibatasi dengan nilai *occupancy rate* yang harus dicapai. Sehingga, tidak menyebabkan lapangan penyimpanan tidak terpakai secara maksimal. *Occupancy rate* tersebut dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Occupancy\ rate = \frac{\text{Jumlah slot terpakai}}{\text{Jumlah slot tersedia}} \times 100\% \quad (2.1)$$

2.2 Automatic Stacking Cranes

Container yard yang merupakan area penumpukan sementara dari peti kemas dilengkapi peralatan material *handling* yaitu *yard crane*. *Yard crane* tersebut digunakan untuk mengambil dan meletakkan peti kemas bongkar dan muat di *container yard*. Namun, realisasinya pada proses penataan peti kemas tersebut terdapat beberapa tindakan yang tidak diinginkan yaitu *repositioning* dan *reshuffling*. Secara umum, peralatan *yard crane* tersebut terdapat dua jenis yaitu *rubber-tyred gantry cranes* (RTGCs) dan *rail-mounted gantry cranes* (RMGCs). RTGCs merupakan jenis *crane* manual tetapi *crane* jenis ini memiliki fleksibilitas untuk berpindah di dalam *container yard* dan antar *container yard*. Roda RTGCs dapat berputar hingga 90° untuk melakukan gerakan orthogonal atau dikenal dengan *cross gantrying*. Namun, *cross gantrying* ini merupakan proses yang sangat

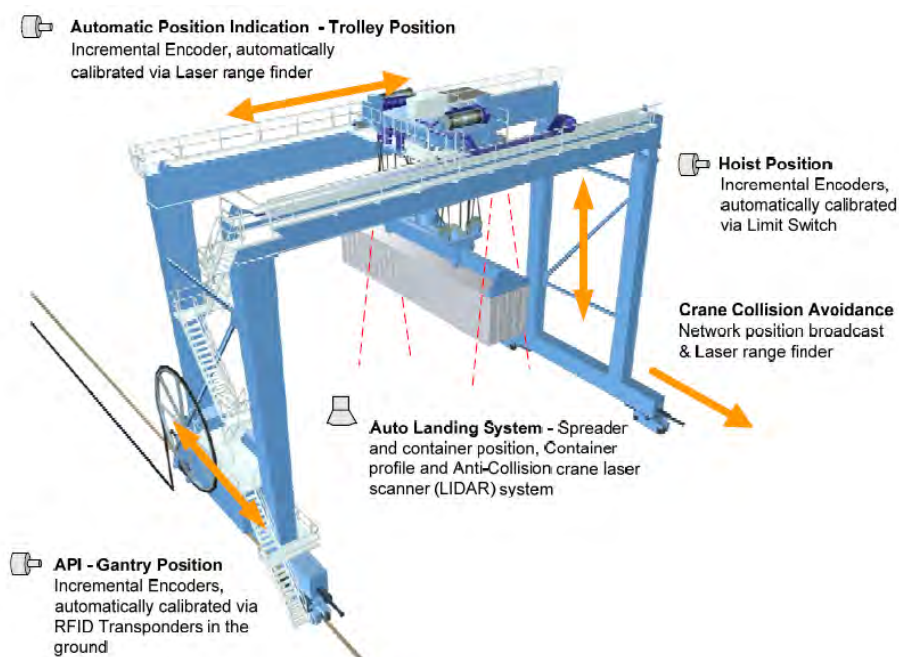
lambat dan membutuhkan penyesuaian yang memakan waktu hingga 15 menit (Carlo, et al., 2013). Sebaliknya, pergerakan dari RMGCs dibatasi oleh rel bawahnya. RMGCs ini lebih dikenal dengan *automated stacking cranes* (ASC). ASC mampu dioperasikan secara penuh tanpa ada interaksi manusia dengan peralatan *cranes* tersebut secara langsung. Akan tetapi, ASC ini akan dioperasikan secara manual apabila berinteraksi dengan truk pengangkut peti kemas yang tidak otomatis untuk alasan keamanan.

Untuk alasan meningkatkan *throughput* pelabuhan, kedua jenis *cranes* dapat dikolaborasikan untuk menata *container yard*. *Gantry crane* ini dapat dikelompokkan berdasarkan kemampuan dalam melintasi blok yaitu dibagi menjadi *non-passing gantry* dan *passing cranes*. Pengaturan *passing cranes* atau dikenal dengan *double* atau *dual* menggunakan satu *crane* dengan ukuran yang lebih besar dari satu *crane* lainnya. Hal ini memungkinkan *crane* yang berukuran kecil melewati *crane* yang lebih besar sepanjang *hoist* dari *crane* besar tidak turun. Sedangkan untuk *non-passing gantry cranes* (*twin GC*) harus dijaga agar memiliki jarak aman antara satu *crane* dengan *crane* lainnya. Tipe GC kembar ini dapat dilakukan untuk RMGCs dan RTGCs. Untuk kasus *crane* jenis ASC, dibutuhkan *exchange zone* dimana untuk membantu pergerakan penanganan peti kemas di *container yard* dimana *exchange zone* atau *buffer area* tersebut digunakan untuk meletakkan peti kemas yang tidak mampu menjangkau lokasi *slot* yang diinginkan sehingga *crane* tersebut meletakkan peti kemas di lokasi *exchange* untuk selanjutnya diambil *cranes* lain di dalam blok yang sama. Pada proses kerja yang ada di blok ASC terdapat lima aktivitas. Menurut (Park, et al., 2010), aktivitas tersebut meliputi *idle*, *empty move*, *pick up*, *loaded move*, dan *drop off*. Uraian dari aktivitas tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.2 yang menjelaskan urutan kegiatan yang dilakukan ASC dan aktivitas setelahnya.

Tabel 2.2 Pengendali Status ASC

Keadaan	Tindakan	Kondisi untuk perubahan status	Keadaan selanjutnya
<i>Idle</i>	Menunggu perintah kerja baru	Perintah baru ditugaskan	<i>Empty move</i>
<i>Empty Move</i>	Pindah pada lokasi baru untuk mengambil peti kemas	RMGCs tiba pada lokasi pengambilan	<i>Pick up</i>
<i>Pick Up</i>	Mengambil peti kemas	Peti kemas diambil	<i>Loaded move</i>
<i>Loaded Move</i>	Memindahkan peti kemas ke lokasi tujuan	RMGCs tiba di lokasi tujuan	<i>Drop off</i>
<i>Drop Off</i>	Meletakkan peti kemas di lokasi tujuan	Peti kemas diletakkan	<i>Idle</i>

Sumber: (Park, et al., 2010)



Gambar 2.2 Ilustrasi *Automatic Stacking Cranes* (Blaiklock, 2003)

Pada Gambar 2.2 menunjukkan bagian utama dari sebuah ASC dimana ditunjukkan nama bagian tersebut seperti posisi *trolley*, posisi *hoist*, sistem *auto landing*, dan lain sebagainya. ASC ini dipasang dengan sensor untuk mendeteksi posisi perpindahan *parts*, berat, dan tujuan target. Sistem identifikasi posisi otomatis membuat pengukuran langsung untuk *gantry*, *trolley* dan posisi *hoist*. Posisi *gantry* ditentukan menggunakan antena yang mana sinyalnya berasal dari *transponders* yang berasal dari tower. Untuk keseluruhan proses ASC, tidak menggunakan keterlibatan manusia secara langsung. Sehingga untuk mendukung

keseluruhan aktivitas ASC, di setiap sisi pada *cranes* dilengkapi oleh video kamera dan terhubung ke tower pengendali.

2.3 Strategi dan Aturan Penataan Peti Kemas di *Container Yard*

Strategi sendiri dibagi menjadi tiga kelompok utama yaitu strategis level (*long-term*), taktikal (*medium-term*), dan operasional atau *short-term* (Dekker, et al., 2006). Pada level strategis, keputusan perusahaan mengarah pada pemilihan peralatan dan ukuran terminal secara umum. Keputusan taktikal strategi berkonsentrasi pada keputusan kapasitas pelabuhan untuk beberapa bulan atau tahun kedepan. Sedangkan pada level operasional mengarah pada keputusan pengalokasian ruang untuk kapal sandar, keputusan pengalokasian peti kemas di *container yard*, dan alokasi peralatan untuk pekerjaan tertentu. Strategi *stacking* atau penataan peti kemas merupakan strategi untuk level operasional dimana fungsi utama strategi penataan peti kemas yaitu:

1. Efisiensi penggunaan ruang penyimpanan atau *container yard*.
2. Efisiensi dalam segi waktu pemindahan peti kemas dari dermaga ke *container yard* atau sebaliknya.
3. Menghindari perpindahan yang tidak produktif.

Secara umum terdapat beberapa dasar untuk semua aturan penataan peti kemas di *container yard* (Dekker, et al., 2006):

1. Peti kemas ukuran 20 ft membutuhkan satu *slot* sedangkan peti kemas ukuran 40 ft membutuhkan dua *slot* lokasi di *container yard*.
2. Peti kemas yang memiliki ukuran berbeda tidak dapat diletakkan secara bertumpukan.
3. Peti kemas hanya dapat ditata dengan meletakkannya searah dengan *slot* dari *container yard*.
4. Peti kemas yang jenisnya berbeda tidak bisa diletakkan di atas peti kemas yang berlainan jenis. Misalnya peti kemas jenis *reefer* tidak bisa ditumpuk dengan peti kemas jenis kering tertutup.

2.4 Simulasi

Simulasi adalah proses meniru sistem dengan menggunakan sebuah model komputer dengan tujuan untuk mengevaluasi dan meningkatkan performansi sistem (Harrell, et al., 2004). Proses simulasi tersebut tidak akan berhasil tanpa pemahaman mengenai sistem, model, dan pemodelan. Pemodelan ialah proses memproduksi sebuah model dimana sebuah model ialah representasi dari konstruksi dan pekerjaan dari beberapa elemen sistem (Maria, 1997). Tujuan dari membangun model tersebut ialah agar dapat menganalisa dan memprediksi dampak dari perubahan dari sistem. Model sendiri dapat diklasifikasikan menjadi model deterministik (*input* dan *ouput* variabel bernilai tetap), stokastik (*input* atau *output* bersifat probabilistik), statis (tidak terjadi perubahan terhadap waktu), dan dinamik (interaksi waktu bervariasi antara variabel yang diperhitungkan) (Maria, 1997). Di samping itu, model juga dapat dikelompokkan dalam berbagai jenis sebagai berikut (Altiok & Melamed, 2001):

1. Model fisik: penyerdehanaan atau miniatur objek fisik. Misalkan model skala untuk sebuah pesawat.
2. Model matematik atau model analitik: sekumpulan rumus atau hubungan antara variabel matematika. Misalkan sejumlah rumusan yang mendeskripsikan aliran barang yang ada di rantai produksi.
3. Model komputer: sebuah program yang mendeskripsikan sebuah sistem. Sebuah elemen model computer biasanya memiliki sifat acak.

Komponen lainnya yang terlibat dalam kesuksesan studi simulai yaitu sistem. Sistem adalah sekumpulan benda atau entitas atau manusia yang saling terhubung satu sama lain dan terorganisir untuk mencapai tujuan tertentu (Daellenbach & McNickle, 2005). Dari pengertian tersebut, sistem dapat diwakilkan dalam tiga kata kunci yaitu (1) terdiri dari elemen-elemen sistem (2) elemen tersebut saling berinteraksi atau berhubungan dan (3) memiliki tujuan objektif yang jelas.

Pendekatan simulasi ini digunakan sebelum sebuah sistem akan dirubah atau ditambahkan dengan sebuah sistem baru. Tujuan dari simulasi ini yaitu untuk mengurangi kemungkinan kegagalan untuk memenuhi spesifikasi baru yang diinginkan. Misalnya menentukan sumber daya yang optimal dimana simulasi

dilakukan pada kondisi sumber daya saat ini dan dibandingkan dengan apabila ditambahkan sumber daya baru tanpa mengganggu proses sistem lama yang sedang berlangsung. Selain itu, penggunaan simulasi sendiri memiliki beberapa keunggulan. Keunggulan simulasi yaitu mampu menirukan sifat alami dari sistem yang meliputi *interdependencies*, *variability* dan *complexity* (Kelton, et al., 2004). Akan tetapi, simulasi tersebut juga memiliki beberapa kelemahan seperti simulasi tidak selalu murah dan biaya pengembangan model berbanding lurus dengan kompleksitas dari sistem tersebut dan simulasi membutuhkan waktu yang lama (*time consuming*) untuk memahami sistem (Robinson, 2004).

Simulasi sendiri dapat digolongkan dalam beberapa jenis, berikut adalah penggolongan jenis simulasi menurut (Kelton, et al., 2004):

- b. Statik dan dinamik: waktu tidak mempengaruhi peranan pada model statik artinya untuk model statik nilai variabel tetap sepanjang perubahan waktu. Akan tetapi waktu memiliki pengaruh yang dominan untuk model dinamis yang mana nilai variabel untuk model dinamik akan turut berubah dengan perubahan waktu.
- b. Kontinu dan Diskrit: pada model kontinu, keadaan dari suatu sistem dapat berubah secara kontinu sepanjang waktu. Misalnya level air yang ada di kamar mandi secara kontinu akan berubah sejalan dengan pengisian air di dalam bak mandi tersebut. Sedangkan untuk model diskrit perubahan dapat terjadi hanya pada titik waktu tertentu. Misalnya, pada sistem manufaktur dengan kedatangan suku cadang dan meninggalkan sistem pada waktu yang spesifik. Contoh selanjutnya yaitu mesin mengalami kerusakan dan kembali beroperasi kembali pada spesifik waktu tertentu. Di samping itu, terdapat istilah *mixed continuous-discrete models*. Contohnya seperti pada proses penyulingan minyak secara kontinu merubah tekanan pada kapal dan secara diskrit mematikan mesin penyulingan.
- c. Deterministik dan Stokastik: model yang tidak mempunyai *input* acak adalah simulasi deterministik. Sebuah operasi peminjaman atau pengembalian buku di perpustakaan dengan waktu pelayanan yang ketat dan tetap adalah contohnya. Sedangkan model stokastik adalah model yang nilai *input*-nya memiliki sifat acak. Contohnya adalah waktu kedatangan konsumen bank yang menunggu

untuk dilayani. Sebuah persoalan boleh jadi mengandung unsur stokastik maupun deterministik.

Alur melakukan proses simulasi dimulai dengan mempelajari sistem yang dijadikan penelitian. Analisis sistem tersebut seperti mengidentifikasi entitas yang berpengaruh pada sistem. Entitas ialah “pemain” yang berpindah, berubah dan dipengaruhi oleh entitas lain dan keadaan sistem itu sendiri (Kelton, et al., 2004). Setiap entitas memiliki atribut yang menjadikan ciri khas dari entitas tersebut. Di samping itu, pada tahap ini dikumpulkan berbagai informasi dan pengumpulan data untuk membangun model konseptual dan model simulasi. Setelah model simulasi selesai dibuat maka langkah selanjutnya dilakukan percobaan dengan menjalankan simulasi dan menganalisa hasil simulasi tersebut. Hasil simulasi untuk satu sistem yang sama dengan pemodel yang berbeda dapat menghasilkan *output* yang berbeda. Oleh karena itu, perlu dilakukan proses verifikasi dan validasi model. Verifikasi adalah proses untuk memastikan model simulasi yang dibuat terbebas dari *error* dan berjalan sesuai dengan apa yang diharapkan atau sesuai dengan model konseptual (Kelton, et al., 2004). Sedangkan validasi yaitu proses yang menentukan apakah model konseptual yang telah dibuat telah merepresentasikan keadaan riil yang ada di sistem atau model simulasi yang dibuat telah sesuai dengan kondisi riil sistem.

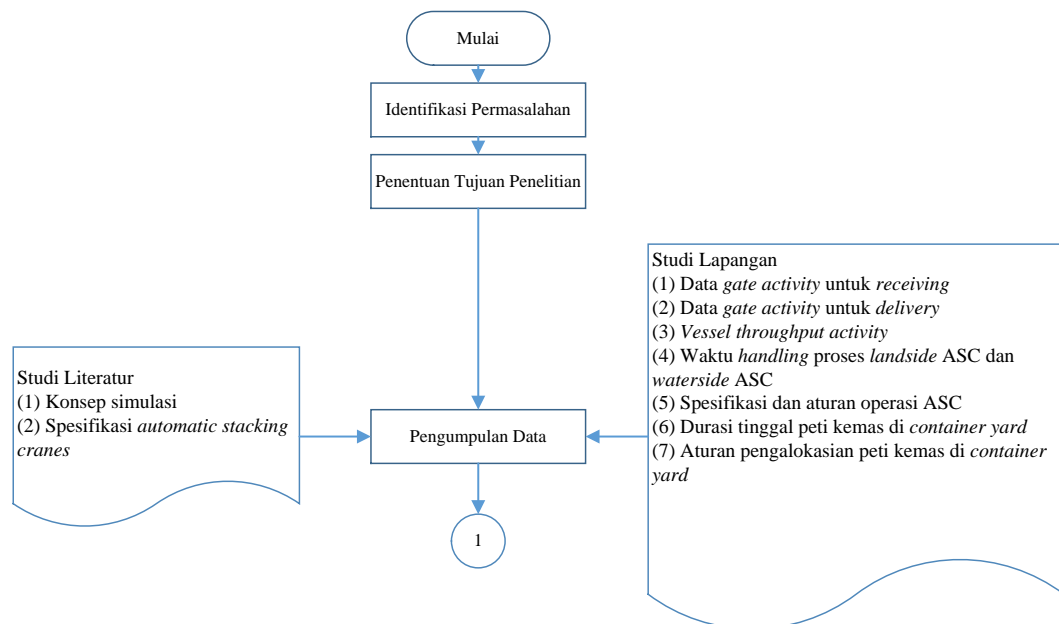
BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

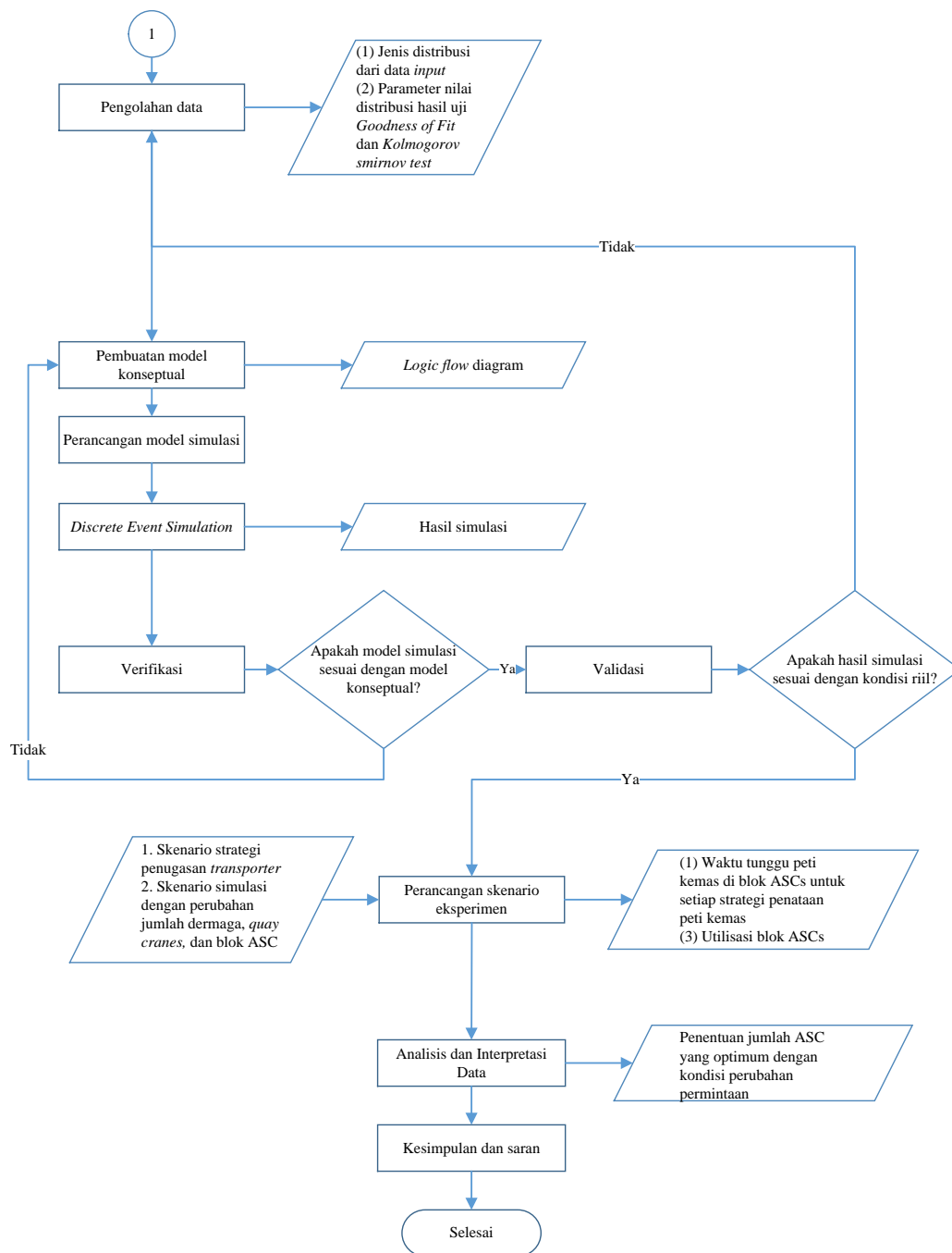
Pada Bab 3 akan dijelaskan mengenai metode yang digunakan untuk menyelesaikan penelitian Tugas Akhir ini. Tahapan penelitian ini dimulai dari tahap pengidentifikasian masalah sampai identifikasi pengumpulan data. Selanjutnya akan dijelaskan mengenai tahapan pengumpulan dan pengolahan data, pembuatan model konseptual, perancangan model simulasi, verifikasi, validasi, perancangan skenario eksperimen, analisis dan interpretasi data.

3.1 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian adalah tahapan-tahapan yang akan dilakukan selama pelaksanaan penelitian. Tahapan ini disusun secara sistematis dan terarah sesuai dengan tujuan dari penelitian. Berikut ini adalah metodologi penelitian yang akan digunakan:



Gambar 3.1 *Flowchart* Metodologi Penelitian



Gambar 3.2 *Flowchart* Metodologi Penelitian lanjutan

3.2 Penjelasan Metodologi Penelitian

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai metodologi penelitian pada PT Pelindo III Terminal Teluk Lamong. Adapun penjelasan *flowchart* Gambar 3.1 dan Gambar 3.2 sebagai berikut:

3.2.1 Pengumpulan Data dan Pengolahan Data

Setelah dilakukan tahap penentuan tujuan penelitian, tahap selanjutnya dilakukan proses pengumpulan data dan pengolahan data. Pada tahap pengumpulan data terbagi menjadi dua aspek yaitu studi literatur dan studi lapangan. Pada studi literatur akan dilakukan identifikasi konsep simulasi dan spesifikasi ASC. Sedangkan pada studi lapangan yang dilakukan observasi langsung ke PT Terminal Teluk Lamong, akan dilakukan identifikasi dan pengumpulan data berupa data *gate activity receiving* internasional, data *gate activity delivery* internasional, *vessel throughput* internasional, waktu *handling* ASC, waktu *re-handling* dan aturan pengalokasian peti kemas di *container yard*. Setelah dilakukan pengumpulan data, dilakukan proses pengolahan data untuk mendapatkan nilai dari setiap parameter distribusi yang dihasilkan.

3.2.2 Pembuatan Model Konseptual

Pada tahap ini, model konseptual dibuat untuk mempermudah dalam perancangan model simulasi. Model konseptual digunakan untuk merepresentasikan keadaan riil sistem dengan alur yang lebih mudah dipahami. Alat yang digunakan model konseptual yaitu *logic flow* diagram. *Logic flow* diagram digunakan untuk menggambarkan sistem penerimaan dan pengiriman peti kemas menggunakan blok ASC di terminal pelabuhan Teluk Lamong. Di samping itu, tujuan dilakukan pembuatan model konseptual yaitu untuk mempermudah dalam visualisasi elemen-elemen yang terdapat di sistem.

3.2.3 Perancangan Model Simulasi

Pada tahap perancangan model simulasi, *input* data hasil *fitting* distribusi dan parameter distribusi dimasukkan ke model simulasi sebagai *input*. Model simulasi tersebut dibuat dengan menggunakan *software* ARENA[®] 14. Model simulasi ini dibuat berdasarkan model konseptual yang telah dibuat sebelumnya.

3.2.4 Discrete Event Simulation

Discrete event simulation merupakan simulasi dari setiap perubahan keadaan atau *state(t)* yang dipicu oleh *event* dan terjadi pada titik waktu tertentu

(Altioek & Melamed, 2001). Simulasi diskrit tersebut bisa akomodasi dengan menggunakan *software* Arena[®] 14. Simulasi diskrit dipilih untuk penelitian ini karena kompleksitas permasalahan. Kompleksitas tersebut dipengaruhi oleh faktor interdependensi dan variabilitas sistem. Faktor interdependensi dikarenakan oleh waktu kedatangan peti kemas di *container yard* dipicu oleh waktu kedatangan peti kemas dari *landside* yang dibawa oleh truk dan kedatangan peti kemas dari *seaside*. Selain itu, faktor variabilitas sistem dipengaruhi oleh volume jumlah peti kemas yang berbeda dibawa oleh kapal pengangkut. Dengan menggunakan simulasi diskrit tersebut, terminal Teluk Lamong diharapkan dapat menentukan jumlah blok ASC yang optimum untuk mengantisipasi perubahan permintaan peti kemas.

3.2.5 Verifikasi dan Validasi

Setelah dilakukan proses pembuatan model simulasi menggunakan *software* ARENA[®] 14 maka selanjutnya akan dilakukan proses verifikasi dan validasi. Verifikasi adalah proses memastikan model simulasi yang dibuat berkesesuaian dan mengikuti logika dari model konseptual. Sedangkan validasi model ialah membandingkan *ouput* model dengan data kondisi riil yang ada disistem (validasi eksternal) ataupun menguji model konseptual yang dibuat sesuai dengan kondisi riil sistem. Model simulasi dikatakan terverifikasi apabila tidak ditemukan *error* dalam menjalankan model tersebut sedangkan model dikatakan tervalidisasi apabila hasil simulasi model yang dijalankan tidak memiliki perbedaan secara signifikan dengan data pada kondisi riil sistem.

Proses verifikasi tersebut, telah tersedia di *software* ARENA[®] 14 yaitu dengan mengecek *error* meggunakan F4. Sedangkan, untuk proses validasi akan dilakukan dengan uji *F-test* dan *t-test*. *F-test* tersebut untuk melihat perbedaan variasi dari hasil *output* simulasi dengan kondisi riil sistem. Apabila nilai dari *F-test* lebih besar dari $F_{0,05}$ maka tolak H_0 yang artinya terjadi perbedaan variasi antara *output* simulasi dan data kondisi riil maka model simulasi yang dibuat tidak *valid* dan sebaliknya. Sedangkan *t-test* digunakan untuk kondisi jumlah sampel yang diambil kurang dari 30 maka *t-test* dilakukan untuk melihat perbedaan populasi data hasil simulasi dan data riil yang ada disistem dari segi rata-rata populasi. Apabila tidak ada perbedaan dari uji *t-test* tersebut maka model simulasi dapat dikatakan

valid. Setelah dilakukan proses validasi model maka diperlukan untuk menghitung jumlah replikasi. Replikasi dilakukan untuk mengakomodasi sifat keacakan hasil dari simulasi.

3.2.6 Perancangan Skenario Eksperimen

Pada penelitian ini, perancangan skenario eksperimen dilakukan dengan tahap pertama melakukan pemilihan penugasan *transporter* yang memberikan waktu sandar kapal yang minimum. Selanjutnya akan dilakukan pengujian berdasarkan data permintaan peti kemas kondisi saat ini dan berdasarkan data permintaan yang sesuai dengan *master plan* PT Terminal Teluk Lamong.

3.2.7 Analisis dan Interpretasi Data

Pada fase ini dilakukan perbandingan antara skenario yang disimulasikan. dan akan dilakukan perhitungan terhadap *occupancy rate*, waktu tunggu peti kemas, dan *turnaround time* kapal. Selanjutnya akan dilakukan proses analisa dan penarikan kesimpulan untuk rekomendasi penentuan jumlah blok ASC yang optimum berdasarkan hasil simulasi dari beberapa kondisi yang dirancang.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 4

PEMODELAN SISTEM

Pada Bab Pemodelan Sistem akan dijelaskan mengenai pengumpulan data penelitian yang meliputi durasi tinggal peti kemas *import*, data peti kemas *receiving-loading*, data *delivery-unloading*, dan lain lain. Data tersebut akan diuji dengan *Goodness of Fit* dan *Kolmogorov Smirnov* untuk mengetahui jenis distribusi dan sebagai *input* untuk model simulasi. Di samping itu, pada bab ini akan dijelaskan mengenai proses pembuatan dan pengembangan model simulasi untuk menganalisis jumlah ASC dengan memperhatikan strategi penataan dan produktivitas terminal.

4.1 Gambaran dan Identifikasi Sistem

PT Terminal Teluk Lamong yang berlokasi diperbatasan Gresik-Surabaya mulai dioperasikan sejak tahun 2014. PT Terminal Teluk Lamong beroperasi dengan sistem *green port* yaitu menggunakan bahan bakar nonfosil untuk proses operasinya seperti menggunakan *solar cell*, listrik dan AC *non Freon*. Sampai saat ini (2016) PT Terminal Teluk Lamong telah memiliki beberapa fasilitas penunjang seperti *berthing area* (tempat untuk sandar kapal pengangkut peti kemas) yang berjumlah 5 lokasi dengan pembagian 3 lokasi digunakan untuk tempat sandar kapal domestik dan 2 lokasi untuk sandar kapal internasional seperti pada Gambar 4.2. Di samping itu, PT Terminal Teluk Lamong memiliki beberapa sumber daya fasilitas dan alat operasional sebagai berikut:

1. Memiliki 5 blok penyimpanan yang aktif beroperasi dimana ini 2 blok penyimpanan untuk melayani peti kemas domestik dan 3 lainnya digunakan untuk melayani peti kemas internasional.
2. Setiap blok penyimpanan dilayani oleh 2 unit *Automatic Stacking Cranes* untuk membantu proses *handling* di dalam blok dimana unit ASC yang dekat dengan sisi laut dinamakan *waterside* ASC dan unit yang melayani *pick up* dan *drop off* di sisi darat dinamakan *landside* ASC.

3. Setiap blok penyimpanan memiliki 40 *slot*, 9 baris, dan maksimal 5 tumpukan. Setiap *slot* tersebut berukuran 20 *feet* dan memiliki penomoran *slot* yang diawali angka ganjil. Sedangkan untuk peti kemas ukuran 45 *feet* khusus ditempatkan pada *slot* 43 dan 41. Di samping itu, untuk *slot* 39 dan 37 digunakan sebagai *buffer area* yaitu tempat penyimpanan sementara guna memindahkan peti kemas dari jangkauan *landside* ASC dan *waterside* ASC.
4. Memiliki OTL (*open truck load*) yang digunakan untuk mengangkut peti kemas dari *swap area* menuju lapangan penyimpanan atau pun sebaliknya. OTL ini berjumlah 25 unit dengan proporsi 5 unit untuk melayani setiap blok ASC. OTL ini memiliki kecepatan angkut baik *full* atau *empty* sebesar 30 km/jam. Rute perjalanan OTL dari *swap area* menuju blok penyimpanan atau pun sebaliknya yaitu sejauh 2319 meter seperti yang ada pada Gambar 4.2.
5. Khusus pada PT Terminal Teluk Lamong memiliki memiliki *swap area* yaitu sebuah fasilitas penunjang yang menyediakan perpindahan peti kemas dari truk yang berbahan bakar minyak dipindah pada truk berbahan bakar gas (OTL) yang disediakan oleh PT Terminal Teluk Lamong. Untuk memindahkan peti kemas tersebut dari eksternal truk digunakan *reach stecker* yang berjumlah 1 unit *straddle carrier* yang berjumlah 5 unit.

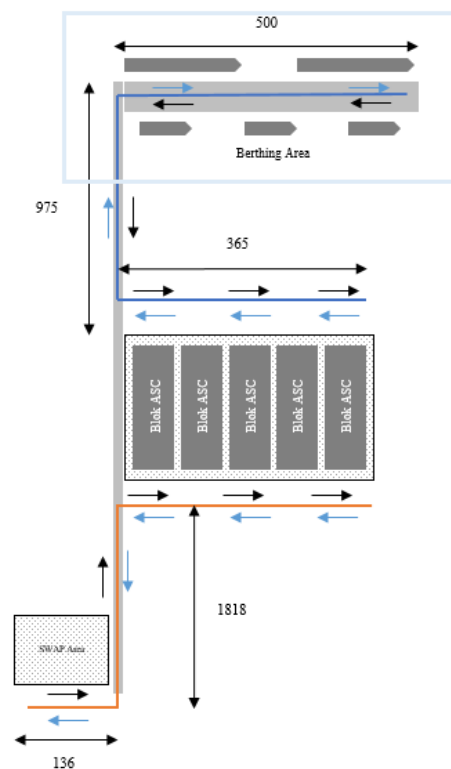


Gambar 4.1 *Ship to Shore* atau *Container Crane* (PT Pelindo III Teluk Lamong, 2016)

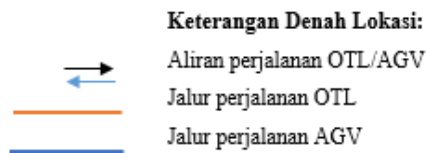
6. Proses pemindahan peti kemas dari lapangan penyimpanan menuju *berthing area* PT Terminal Teluk Lamong telah menggunakan AGV atau CTT (*Combine*

Tractor Terminal) yang berjumlah 50 unit dan yang aktif beroperasi sejumlah 35 unit. Sehingga untuk melayani satu blok lapangan penyimpanan dibutuhkan 7 unit AGV atau CTT. Kecepatan perjalanan AGV saat *full* atau pun *empty* sebesar 25 km/jam. Panjang rute perjalanan untuk AGV dari blok penyimpanan sampai *berthing area* atau sebaiknya sebesar 1840 meter. Visualisasi arah perjalanan AGV/CTT tersebut bisa dilihat pada Gambar 4.2.

7. Pada *berthing area*, digunakan *quay crane* atau *ship to shore crane* untuk memindahkan peti kemas dari kapal pengangkut ke AGV atau pun sebaliknya. Saat ini, STS atau QC yang dimiliki oleh PT Terminal Teluk Lamong berjumlah 5 unit dengan 2 unit dialokasikan untuk kapal internasional dan 3 unit untuk kapal domestik. Apabila terdapat aktivitas bongkar muat untuk kapal pengangkut internasional yang membutuhkan pelayanan yang cepat dan masih tersedia jarak aman untuk menggunakan QC lagi maka satu kapal pengangkut internasional bisa menggunakan 3 unit QC pada saat bersamaan.



Gambar 4.2 Layout PT Termial Teluk Lamong



Sebelum memodelkan simulasi kebutuhan jumlah blok ASC maka pada langkah pertama akan dilakukan identifikasi sistem dan elemen-elemen yang terkait yang ada disistem, berikut adalah elemen-elemen yang ada disistem penataan peti kemas di PT Terminal Teluk Lamong.

1. **Tujuan Sistem:** pada penelitian ini tujuan sistem yang ingin dicapai yaitu bagaimana meminimasi total waktu tunggu peti kemas untuk dilakukan bongkar atau muat di blok penyimpanan ASC guna mengurangi waktu tunggu kapal pengangkut. Di samping itu, juga memperhatikan *empty slot* atau *occupancy rate container yard*.
2. **Aktivitas Sistem:** aktivitas yang ada disistem yang melibatkan entitas sebagai pelakunya seperti berikut.
 - a. Pemindahan peti kemas dari truk eksternal dipindahkan ke OTL di *swap area* atau pun sebaliknya.
 - b. Proses *pick up* dan *drop off* peti kemas di area *landside* ASC ke OTL atau pun sebaliknya.
 - c. Proses *pick up* dan *drop off* peti kemas di area *waterside* ASC ke AGV atau pun sebaliknya.
 - d. Penataan peti kemas dari sisi *landside (receiving)* di lapangan penyimpanan ASC.
 - e. Penataan peti kemas dari sisi *waterside (delivery)* di lapangan penyimpanan ASC.
 - f. *Setup* kapal sandar di *berthing area*.
 - g. *Setup* kapal yang akan meninggalkan *berthing area*.
 - h. Proses pemindahan peti kemas dari AGV ke kapal (*receiving*) dengan menggunakan QC.
 - i. Proses pemindahan peti kemas dari kapal pengangkut ke AGV (*delivery*) dengan menggunakan QC.

3. **Entitas Sistem:** adalah sesuatu hal yang terlibat dalam proses atau aktivitas yang ada di sistem. Entitas yang terlibat pada model simulasi ini yaitu peti kemas ukuran 20 *feet* bertipe kering tertutup, kapal pengangkut, dan truk pengangkut eksternal.
4. **Atribut Entitas Sistem:** atribut adalah sesuatu hal yang melekat pada entitas sistem. Berikut adalah atribut yang melekat pada masing-masing entitas yang ada di sistem.
 - a. Peti kemas: waktu kedatangan peti kemas, kode peti kemas, lokasi peti kemas, dan jenis aliran peti kemas.
 - b. Kapal pengangkut: waktu kedatangan kapal pengangkut.
5. **Resource Sistem:** sumber daya yang mendukung aktivitas yang ada di sistem. Pada penelitian ini *resource* yang digunakan seperti CTT/AGV berjumlah 35 unit, satu lapangan penyimpanan internasional sebagai objek amatan, dengan kapasitas lapangan penyimpanan yang digunakan yaitu 36 *slot*, 9 baris, dan 5 tumpukan, OTL yang berjumlah 25 unit, dua *slot berthing area* internasional, 2 unit QC, dan ASC yang berjumlah 2 unit setiap blok.
6. **Kontrol Sistem**
 - a. Peti kemas ukuran 20 *feet* mengambil kapasitas satu *slot* dan penomoran di lapangan penyimpanan menggunakan angka ganjil.
 - b. Peti kemas yang disimpan di blok ASC merupakan peti kemas bertipe kering tertutup.
 - c. Peletakan peti kemas sejajar dengan panjang *slot* lapangan penyimpanan.
 - d. Jumlah *quay cranes* yang beroperasi pada satu kapal menggunakan berjumlah 2 unit.
7. **Variabel Sistem**
 - a. Variabel keputusan yaitu variabel yang menyebabkan perubahan status di sistem dimana variabel keputusan tersebut merupakan faktor yang independen. Variabel keputusan yang ada di sistem ini yaitu jumlah *quay crane*, *berthing area*, dan jumlah lapangan penyimpanan ASC.
 - b. Variabel respon merupakan hasil dari simulasi yang akan dilihat yang merupakan hasil atau respon dari perubahan variabel keputusan keputusan dan variabel respon tersebut merupakan variabel *dependent*. Total waktu

penangan atau pemindahan peti kemas untuk dimuat oleh ASC, waktu sandar kapal di *berthing area*, *occupancy rate* lapangan penyimpanan dan durasi tinggal peti kemas.

- c. *State* variabel adalah variabel yang menunjukkan perubahan nilai pada waktu tertentu atau pada state sistem pada keadaan tertentu. Variabel *state* yang digunakan pada penelitian ini yaitu waktu tunggu peti kemas yang akan dimuat atau dibongkar, total waktu kapal sandar untuk melakukan proses bongkar dan muat.

4.2 Pengumpulan Data

Pada sub bab pengumpulan data akan dijelaskan mengenai beberapa data yang dikumpulkan sebagai penunjang penelitian ini. Data yang dikumpulkan tersebut meliputi data mengenai durasi tinggal peti kemas *delivery* atau peti kemas bongkar, data peti kemas *receiving* dan data peti kemas.

4.2.1 Data Peti Kemas *Export*

Pada penelitian ini digunakan data *real case* yang tersimpan pada sistem di PT Teminal Teluk Lamong. Data yang digunakan yaitu data *gate activity* dari tanggal 1-20 Januari 2016. Data tersebut berisi informasi mengenai kode peti kemas tipe, ukuran, waktu kedatangan dan waktu kapal peti kemas tersebut dimuat. Data tersebut direkap pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data Peti Kemas *Export*

NO	KODE PETI KEMAS	TIPE	UKURAN	WAKTU KEDATANGAN (menit)	WAKTU MUAT (menit)
1	SCZU7122635	DRY	20	5390	8293
2	SKLU0409388	DRY	20	6576	8297
3	BSIU2557163	DRY	20	5327	8302
4	BEAU2588210	DRY	20	5164	8303
5	SKLU0734808	DRY	20	6996	8310
6	YMLU3235168	DRY	20	5266	8310
7	GESU1254621	DRY	20	5270	8314
8	BMOU2410710	DRY	20	6851	8314
9	BMOU2360184	DRY	20	5269	8319
10	HDMU2588385	DRY	20	6875	8319
11	TRHU1485219	DRY	20	5349	8322
12	SKLU1560887	DRY	20	6946	8322
13	FCIU4248715	DRY	20	5409	8332

Tabel 4.2 Data Peti Kemas *Export* lanjutan

NO	KODE PETI KEMAS	TIPE	UKURAN	WAKTU KEDATANGAN (menit)	WAKTU MUAT (menit)
14	BMOU2713419	DRY	20	5777	8332
15	YMLU3197094	DRY	20	7142	8363
16	YMLU3271503	DRY	20	7143	8363
17	DRYU3126510	DRY	20	6079	8370
18	TRHU1703049	DRY	20	5326	8373
19	SKLU1334642	DRY	20	6085	8377
20	TCKU3152121	DRY	20	6119	8379
21	DFSU2200547	DRY	20	5218	8384
22	GLDU3412152	DRY	20	6123	8384
23	TGHU1456266	DRY	20	6222	8385
24	HALU2002092	DRY	20	6468	8386
25	TEMU2619113	DRY	20	6220	8387
26	TRHU2972335	DRY	20	5391	8389
27	HALU2012110	DRY	20	5975	8395
28	HALU3715420	DRY	20	7352	8395
29	DRYU3124570	DRY	20	6104	8401
30	SEGU1651752	DRY	20	7354	8402
31	TEMU3245717	DRY	20	5943	8402
32	DRYU2210591	DRY	20	6735	8403
33	FCIU4991546	DRY	20	6549	8404
34	HJLU1230368	DRY	20	6724	8423
35	EITU0414468	DRY	20	6851	8425
36	TRHU1636341	DRY	20	6691	8426
37	SKLU0411493	DRY	20	7012	8430
38	HALU2016244	DRY	20	7352	8432
39	HDMU2588615	DRY	20	5425	8434
40	HALU2052766	DRY	20	7108	8435

Sumber: (PT Pelindo III Teluk Lamong, 2016)

Data tersebut akan diolah kembali untuk mendapat waktu kedatangan peti kemas, waktu muat peti kemas, dan durasi tinggal peti kemas. Data mengenai peti kemas *export* selengkapnya terdapat pada Lampiran 1. Selanjutnya, akan dikumpulkan data mengenai peti kemas *import*.

4.2.2 Data Peti Kemas *Import*

Data yang dikumpulkan selanjutnya yaitu data *gate activity* untuk peti kemas *import*. Data tersebut berisi informasi mengenai kode peti kemas, tipe, ukuran, waktu kedatangan peti kemas dan waktu pengambilan peti kemas. Data tersebut dikumpulkan pada Tabel 4.3. Data mengenai peti kemas *import* selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 2.

Tabel 4.3 Data Peti Kemas *Import*

NO	KODE PETI KEMAS	TIPE	UKURAN	WAKTU KEDATANGAN (menit)	WAKTU PENGAMBILAN (menit)
1	EMCU3345554	DRY	20	7771	11132
2	DRYU2711340	DRY	20	7792	11112
3	GESU6351753	DRY	40	7798	32087
4	TEMU6893246	DRY	40	7805	17814
5	EITU1078434	DRY	40	7805	31877
6	AMFU8748380	DRY	40	7808	12398
7	DFSU6434646	DRY	40	7811	12313
8	SEGU5516133	DRY	40	7812	15790
9	TEMU6894052	DRY	40	7815	17188
10	SEGU4675439	DRY	40	7818	15517
11	TGHU6917210	DRY	40	7821	15484
12	TEMU8547113	DRY	40	7827	15711
13	DRYU9872326	DRY	40	7828	12581
14	BEAU2448579	DRY	20	7832	25560
15	TEMU8546760	DRY	40	7835	15467
16	TEMU3405266	DRY	20	7837	31575
17	CKLU4096666	DRY	40	7846	12509
18	CKLU2058883	DRY	20	7850	12817
19	CKLU3058548	DRY	20	7852	17943
20	BEAU2344574	DRY	20	7854	17229
21	YMMU1051669	DRY	20	7859	10738
22	TEMU0261400	DRY	20	7862	26329
23	SKHU5501734	NON DRY	40	7868	19965
24	CKLU4108896	DRY	40	7872	14862
25	SKHU9531608	DRY	40	7874	27801
26	GESU1219030	DRY	20	7878	15724
27	CKLU2048139	DRY	20	7885	26295
28	DRYU9992065	DRY	40	7900	15534
29	TGHU1946406	DRY	20	7927	10211
30	HALU3708627	DRY	20	7932	21436
31	TCKU4374822	DRY	40	7943	30875
32	BMOU9700970	NON DRY	40	7949	11576
33	SKRU8900770	NON DRY	40	7955	11574
34	SKHU9105388	DRY	40	7958	10072
35	TGHU6833573	DRY	40	7959	9839
36	YMLU3367713	DRY	20	7961	21688
37	SKHU8722385	DRY	40	7964	10272
38	SKHU8718976	DRY	40	7972	11099
39	TEMU2373225	DRY	20	7973	22313
40	DFOU8030736	DRY	40	7977	10620

Sumber: (PT Pelindo III Teluk Lamong, 2016)

4.2.3 Spesifikasi *Automatic Stacking Cranes*

Automatic Stacking Cranes merupakan alat yang digunakan untuk memindahkan peti kemas antar *slot*, baris dan tumpukan di lapangan penyimpanan. Setiap satu blok lapangan penyimpanan memiliki 2 ASC. Spesifikasi ASC untuk 3 blok penyimpanan memiliki kecepatan yang sama yaitu 270 meter/menit untuk keadaan kosong dan *full* 45 menit/menit.



Gambar 4.3 *Automatic Stacking Cranes* (PT Pelindo III Teluk Lamong, 2016)

Kecepatan ASC atau alat *material handling* pada Gambar 4.3 pada didetailkan dalam beberapa aktivitas seperti kecepatan *hoist* untuk naik dari posisi awal pada tumpukan pertama dan lain sebagainya. Informasi data aktivitas ASC tersebut terdapat pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Data Spesifikasi Aktivitas ASC

No	Aktivitas ASC	Waktu(detik)
1	<i>Gantry per slot</i>	9.87
2	<i>Trolley per row</i>	4.5
3	<i>Hoist Up Container Full from Tier 1</i>	21.04
4	<i>Hoist Up Container Full from Tier 2</i>	19.06
5	<i>Hoist Up Container Full from Tier 3</i>	16.4
6	<i>Hoist Up Container Full from Tier 4</i>	13.55
7	<i>Hoist Down Container Full from Tier 1</i>	27.99
8	<i>Hoist Down Container Full from Tier 2</i>	23.33
9	<i>Hoist Down Container Full from Tier 3</i>	25.02
10	<i>Hoist Down Container Full from Tier 4</i>	20.11
11	<i>Hoist Up No Container from Tier 1</i>	16.61
12	<i>Hoist Up No Container from Tier 2</i>	13.27
13	<i>Hoist Up No Container from Tier 3</i>	11.24
14	<i>Hoist Up No Container from Tier 4</i>	10.97
15	<i>Hoist Down No Container from Tier 1</i>	22.42
16	<i>Hoist Down No Container from Tier 2</i>	21.02
17	<i>Hoist Down No Container from Tier 3</i>	20.08
18	<i>Hoist Down No Container from Tier 4</i>	14.89

Sumber: (PT Pelindo III Teluk Lamong, 2016)

Tabel 4.4 merupakan data ketika ASC melakukan proses *pick up* dan *drop off* yang dibagi menjadi beberapa kriteria kerja seperti ketika *hoist* naik sejumlah tiga tumpukan dan atau sebaliknya. Data tersebut digunakan, untuk mengisi modul *delay* yang ada disetiap *slot* dan *row* guna mengakomodasi bahwa waktu perjalanan antara *row* 1 dan *row* 9 memiliki nilai yang berbeda.

Di samping itu, diperlukan data yang meliputi proses *pick up* dan *drop off* peti kemas baik pada sisi *landside* ataupun *waterside*. Data *pick up* dan *drop off* tersebut didapatkan dari penelitian sebelumnya, data waktu proses ASC di sisi *landside* dan *waterside* ditampilkan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Data Waktu *Pick up* dan *Drop off* ASC

Data ke-	Waktu (menit)	Data ke-	Waktu (menit)
1	5	21	9
2	9	22	7
3	8	23	5
4	6	24	4
5	10	25	7
6	9	26	8
7	5	27	6
8	7	28	4
9	5	29	5
10	8	30	11
11	7	31	8
12	6	32	9
13	7	33	7
14	9	34	4
15	8	35	7
16	8	36	6
17	7	37	6
18	8	38	6
19	7	39	8
20	7	40	8

4.2.4 Data Kapal Pengangkut

Data yang dikumpulkan selanjutnya yaitu data mengenai informasi waktu kedatangan kapal pengangkut dan waktu ketika kapal tersebut meninggalkan *berthing area*. Data tersebut direkap pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Data Kapal Pengangkut

KODE KAPAL	NAMA KAPAL	WAKTU KEDATANGAN (menit)	WAKTU KEBERANGKATAN (menit)
KODA009	KOTA DAMAI	1810	4640
LARE003	LARENTIA	2225	4290
NERY001	NEW GLORY	6746	7668
RERE006	RED RESOURCE	10590	14735
CARP003	CARPATHIA	12530	14320
RERO005	RED ROVER	15053	16540
RELI005	RELIANCE	18276	19880
MESO004	MELL SOLOMON	20025	20820
NOVO002	NORTHERN VOLITION	24475	26970
AYA3002	AYA 3	27409	30102
KODA010	KOTA DAMAI	29242	30950
ISTY004	ISA CLARITY	31392	34546
TASA003	TASANEE	32525	34094
RERE007	RED RESOURCE	35060	36845
WIST004	WILLIAM STRAIT	36555	37220
RERO006	RED ROVER	41943	44925
LARE004	LARENTIA	42342	44466
RELI006	RELIANCE	46039	47874
CARP004	CARPATHIA	52356	54114
WEST004	WELLINGTON STRAIT	59095	59851
RERO007	RED ROVER	60558	61914
KODA011	KOTA DAMAI	60954	62490
NOVO003	NORTHERN VOLITION	62550	64539
RERE008	RED RESOURCE	64771	66804
RELI007	RELIANCE	70618	72175
TASA004	TASANEE	72395	73890
ISTY005	ISA CLARITY	75876	77618
MESO005	MELL SOLOMON	79980	81294
RERO008	RED ROVER	81474	82501

Sumber: (PT Pelindo III Teluk Lamong, 2016)

Data tersebut didapatkan dari file *vessel throughput activity* kapal internasional. Data asli dan selengkapnya dari *vessel throughput activity* dapat dilihat pada Lampiran 3.

4.2.5 Data Peti Kemas

Proses operasi yang ada di *yard* meliputi penyimpanan dan penerimaan peti kemas dimana berhubungan dengan keputusan penugasan peti kemas, pengiriman, dan rute dari *material handling* (Carlo, et al., 2013). Peti kemas digunakan karena memberikan skala ekonomi yang baik disamping menjaga kondisi barang dalam keadaan baik serta mempermudah dalam proses penanganan peti kemas itu sendiri. Peti kemas adalah *box* berukuran besar dari metal yang memiliki ukuran standar. Terdapat dua ukuran peti kemas yang secara umum digunakan yaitu peti kemas berukuran *twenty-feet-equivalent-unit* (TEU) dan *forty-feet-equivalent-unit* (FEU). Di samping itu, terdapat pula peti kemas berukuran 45 ft. Peti kemas jenis tersebut

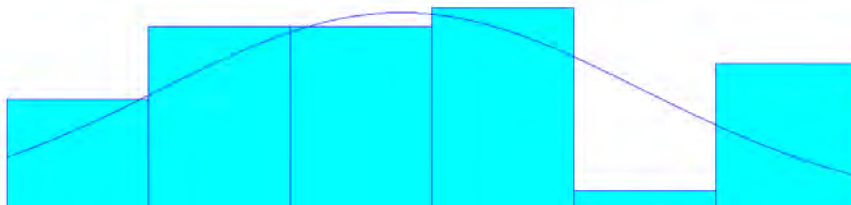
dibedakan berdasarkan oleh ukuran dan berat, dimana untuk ukuran peti kemas sebagai berikut:

- 20 x 8 x 8,5 ft atau 20 x 8 x 9,5 ft untuk peti kemas 20ft atau TEUs.
- 40 x 8 x 8,5 ft atau 40 x 8 x 9,5 ft untuk peti kemas 40 ft atau FEUs.
- 45 x 8 x 8,5 ft atau 45 ft.

4.2.6 *Fitting Distribusi*

Untuk mengakomodasi sifat keacakan atau kerandoman dari data yang dikumpulkan maka diperlukan *fitting* distribusi guna melihat pola atau *pattern* persebaran dari data dengan tingkat *error* yang minimum. Data hasil *fitting* nantinya akan digunakan sebagai *input* model simulasi. Proses melakukan *fitting* distribusi tersebut bisa menggunakan uji non parametrik yaitu uji *Goodness of Fit* dan *Komogorov-Smirnov Test*. Dengan menggunakan *tool* yang terdapat pada *software* arena berikut hasil distribusi yang didapatkan.

4.2.6.1 *Durasi Tinggal Peti Kemas Delivery-Unloading*



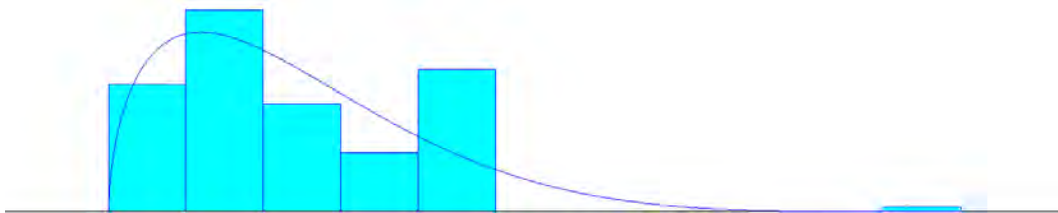
Gambar 4.4 Hasil *Fitting* Distribusi Durasi Tinggal Peti Kemas *Delivery-Unloading*

Keterangan:

Distribution:	Normal
Expression:	NORM(3.89e+003, 1.73e+003) (menit)
Square Error:	0.029355
Chi Square Test	Kolmogorov-Smirnov Test
Number of intervals = 4	Test Statistic = 0.181
Degrees of freedom = 1	Corresponding p-value 0.0882
Test Statistic = 5.81	Data Summary
Corresponding p-value 0.0177	Number of Data Points = 683
	Min Data Value = 1.07e+003
	Max Data Value = 7.16e+003
	Sample Mean = 3.89e+003
	Sample Std Dev = 1.75e+003

Berdasarkan uji *Goodness of Fit* didapatkan nilai yaitu 0,0177 atau kurang dari nilai *p-value* yang ditentukan 0.05. Artinya berdasarkan uji *Goodness of Fit*, hipotesis bahwa data yang dimasukkan berdistribusi normal ditolak. Akan tetapi, berdasarkan uji *Kolmogorov-Smirnov Test* nilai *error* yang didapatkan 0,0882 atau lebih besar dari 0,05 yang artinya hipotesis awal bahwa data terdistribusi normal diterima apabila berdasarkan uji *Kolmogorov-Smirnov*. Di samping itu, apabila berdasarkan *square error* dari semua uji distribusi, distribusi normal memberikan nilai *square error* yang paling terkecil dibandingkan dengan distribusi lainnya.

4.2.6.2 Durasi Tinggal Peti Kemas Receiving-Loading



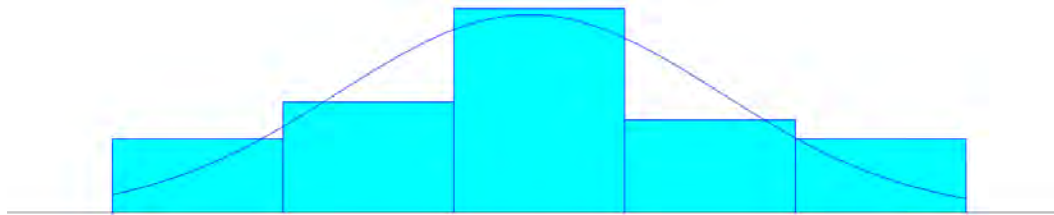
Gambar 4.5 Hasil *Fitting* Distribusi Durasi Tinggal Peti Kemas *Receiving-Loading*

Keterangan:

Distribution:	Beta
Expression:	$1.04e+003 + 5.11e+003 * \text{BETA}(1.55, 5.57)$ (menit)
Square Error:	0.027964
Chi Square Test	Kolmogorov-Smirnov Test
Number of intervals = 6	Test Statistic = 0.0816
Degrees of freedom = 3	Corresponding p-value > 0.15
Test Statistic = 49.1	Data Summary
Corresponding p-value < 0.005	
	Number of Data Points = 131
	Min Data Value = $1.04e+003$
	Max Data Value = $6.16e+003$
	Sample Mean = $2.16e+003$
	Sample Std Dev = 741

Pada Gambar 4.5 didapatkan nilai uji *p-value* untuk *Kolmogorov-Smirnov test* lebih besar dari 0,05. Artinya, hipotesa awal yang menyatakan bahwa data durasi tinggal peti emas *receiving-loading* berdistribusi beta adalah benar. Di samping itu, dari segi *square error* yang diberikan, distribusi beta merupakan jenis distribusi yang memberikan nilai *error* terkecil.

4.2.6.3 Berthing Setup



Gambar 4.6 Hasil *Fitting* Distribusi Data *Berthing Setup*

Keterangan:

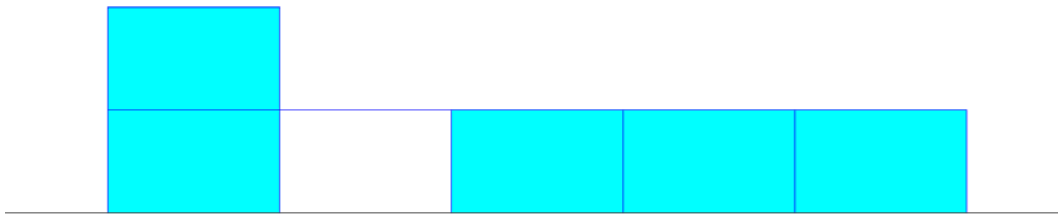
Distribution:	Normal
Expression:	NORM(48, 0.0806) (menit)
Square Error:	0.012725
Chi Square Test	Kolmogorov-Smirnov Test
Number of intervals = 3	Test Statistic = 0.124
Degrees of freedom = 0	Corresponding p-value > 0.15
Test Statistic = 0.525	
Corresponding p-value < 0.005	

Data Summary

Number of Data Points	= 30
Min Data Value	= 47.9
Max Data Value	= 48.2
Sample Mean	= 48
Sample Std Dev	= 0.082

Berthing setup adalah waktu yang dibutuhkan oleh kapal dan juga QC sebelum benar-benar melakukan proses bongkar muat peti kemas di kapal. Pada Gambar 4.6 didapatkan nilai *p-value* untuk *Chi Square Test* < dari 0,005 artinya data hipotesis awal bahwa *berthing setup* berdistribusi normal berdasarkan uji *Goodness of Fit* ditolak. Akan tetapi, berdasarkan uji *Kolmogorov-Smirnov* nilai *p-value* yang ditunjukkan >0.15 yang mana artinya berdasarkan *Kolmogorov-Smirnov Test* data berdistribusi normal dapat diterima. Oleh karena itu, data *berthing setup* dapat digolongkan mengikuti distribusi normal dengan parameter yang dihasilkan rata-rata 48 dan standar deviasi 0,0806.

4.2.6.4 *Departure Setup*



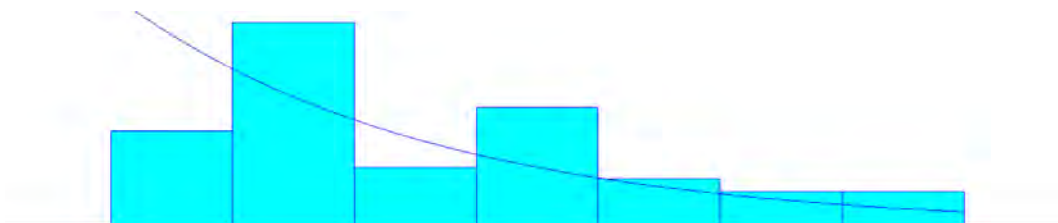
Gambar 4.7 *Fitting Distribusi Departure Setup* Kapal Pengangkut

Keterangan:

Distribution:	Uniform
Expression:	UNIF(100, 265) (menit)
Square Error:	0.08000
Kolmogorov-Smirnov Test	
Test Statistic	= 0.364
Corresponding p-value	> 0.15
Data Summary	
Number of Data Points	= 5
Min Data Value	= 100
Max Data Value	= 265
Sample Mean	= 171
Sample Std Dev	= 69.7

Dari uji *Kolmogorov-Smirnov*, didapatkan bahwa nilai *p-value* hasil uji *Kolmogorov-Smirnov* yaitu 0,15 atau lebih dari batas *p-value* yang ditentukan. Oleh karena itu, dari uji *Kolmogorov-Smirnov*, hipotesa awal bahwa data yang dimasukkan terdistribusi *uniform* diterima.

4.2.6.5 *Data Antar Kedatangan Peti Kemas Import atau Kedatangan Kapal*



Gambar 4.8 Hasil *Fitting Distribusi Data Antar Kedatangan Peti Kemas Import* atau Antar Kedatangan Kapal Internasional

Keterangan:

Distribution:	Exponential
Expression:	80 + EXPO(2.45e+003) (menit)

Square Error:	0.054467	
Chi Square Test		Kolmogorov-Smirnov Test
Number of intervals = 5		Test Statistic = 0.187
Degrees of freedom = 3		Corresponding p-value = 0.0544
Test Statistic = 14.5		
Corresponding p-value < 0.005		Data Summary
	Number of Data Points = 50	
	Min Data Value = 80	
	Max Data Value = 6.74e+003	
	Sample Mean = 2.53e+003	
	Sample Std Dev = 1.72e+003	

Dari hasil *fitting* distribusi dengan *Goodness of Fit* didapatkan nilai *p-value* yang kurang dari standar *error* yang ditentukan yaitu 0,05. Sehingga berdasarkan uji tersebut, data kedatangan kapal yang dinyatakan berdistribusi eksponensial di awal ditolak. Namun, berdasarkan uji *Kolmogorv-Smirnov Test* didapatkan nilai *corresponding p-value* yang lebih besar dari 0,05 yaitu 0,0544. Oleh sebab itu, data kedatangan kapal yang berdistribusi eksponensial dapat diterima. Di samping itu, data bisa digolongkan berdistribusi eksponensial karena *mother of nature* dari waktu kedatangan mengikuti pola distribusi eksponensial. Oleh sebab itu, distribusi eksponensial dipilih dan dapat diterima untuk mewakili pola persebaran data kedatangan kapal internasional.

4.2.6.6 Data Antar Kedatangan Peti Kemas Export



Gambar 4.9 Data Antar Kedatangan Peti Kemas *Export*

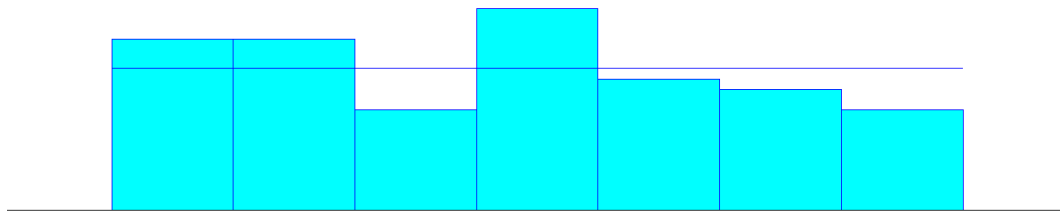
Keterangan:

Distribution:	Exponential
Expression:	EXPO(21.5) menit
Square Error:	0.000083
Chi Square Test	Kolmogorov-Smirnov Test
Number of intervals = 1	Test Statistic = 0.191
Degrees of freedom = -1	Corresponding p-value < 0.01
Test Statistic = 0.0205	
Corresponding p-value < 0.005	Data Summary

Number of Data Points	= 332
Min Data Value	= 0.0241
Max Data Value	= 2.12e+003
Sample Mean	= 21.5
Sample Std Dev	= 118

Pada Gambar 4.9 didapatkan nilai *p-value* baik untuk uji *Goodness of Fit* dan *Kolmogorv-Smirnov* kurang dari standar *error* yang ditentukan yaitu 0,05. Artinya data kedatangan kapal berdasarkan kedua uji tersebut ditolak mengikuti distribusi eksponensial. Akan tetapi, berdasarkan perbandingan nilai *square error* yang diberikan distribusi eksponensial memberikan nilai eror terkecil. Di samping itu, berdasarkan *mother of nature* dari kedatangan peti kemas sendiri mengikuti distribusi eksponensial. Oleh sebab itu, jenis distribusi eksponensial dipilih untuk mewakili keacakan dari data kedatangan peti kemas.

4.2.6.7 Data Pick Up dan Drop off ASC



Gambar 4.10 Hasil *Fitting* Distribusi *Pick Up* dan *Drop off* ASC

Keterangan:

Distribution:	Uniform
Expression:	UNIF(3.5, 10.5) (menit)
Square Error:	0.009270
Chi Square Test	Data Summary
Number of intervals = 7	Number of Data Points = 99
Degrees of freedom = 6	Min Data Value = 4
Test Statistic = 6.42	Max Data Value = 10
Corresponding p-value = 0.392	Sample Mean = 6.72
	Sample Std Dev = 1.95

Berdasarkan uji *Goodness of Fit* didapatkan nilai *corresponding p-value* yang lebih besar dari *standar error* yang ditentukan yaitu 0,05 dimana nilai *corresponding p-value* menunjukkan 0,392. Di samping itu, apabila dilihat dari nilai *square error*, nilai tersebut terbilang kecil dibandingkan dengan hasil *fitting*

dengan distribusi lainnya. Oleh karena itu, hipotesa awal atau H_0 yang menyatakan data berdistribusi *uniform* dapat diterima.

Setelah dilakukan pengujian pattern dari keseluruhan data yang dikumpulkan. Data tersebut direkap dan disajikan pada Tabel 4.7. Data tersebut meliputi, durasi tinggal peti kemas *import/export*, *berthing setup*, *departure setup*, antar kedatangan kapal, antar kedatangan peti kemas *export*, dan *pick up* serta *drop off* ASC dalam dimensi waktu menit.

Tabel 4.7 Rekap Hasil Uji Jenis Distribusi Data

No	NAMA DATA	HASIL <i>FITTING</i> (menit)
1	Durasi tinggal peti kemas <i>import</i>	NORM(3.89e+003, 1.73e+003)
2	Durasi tinggal peti kemas <i>export</i>	1.04e+003 + 5.11e+003 * BETA(1.55, 5.57)
3	<i>Berthing setup</i>	NORM(48, 0.0806)
4	<i>Departure setup</i>	UNIF(100, 265)
5	Antar Kedatangan kapal	80 + EXPO(2.45e+003)
6	Antar Kedatangan peti kemas <i>export</i>	EXPO(21.5)
7	<i>Pick up</i> dan <i>drop off</i> ASC	UNIF(3.5, 10.5)

4.3 Pembuatan dan Pengembangan Model

Pada sub bab pembuatan dan pengembangan model simulasi dilakukan mengidentifikasi aliran proses dan aktivitas di dalam sistem yang digambar pada sebuah *logic flow diagram* untuk visualisasi model konseptual. Dari model konseptual tersebut, akan dibuat logika aktivitas dan perilaku yang ada disistem pada model simulasi diskrit arena. Selanjutnya, akan di-*generate* beberapa skenario simulasi pada kondisi sistem saat ini dan selanjutnya akan dilakukan proses verifikasi untuk menyamakan logika dari model simulasi dengan model konseptual. Di samping itu, akan dilakukan proses validasi untuk memastikan bahwa model yang dibuat sesuai dengan riil sistem.

4.3.1 Model Konseptual

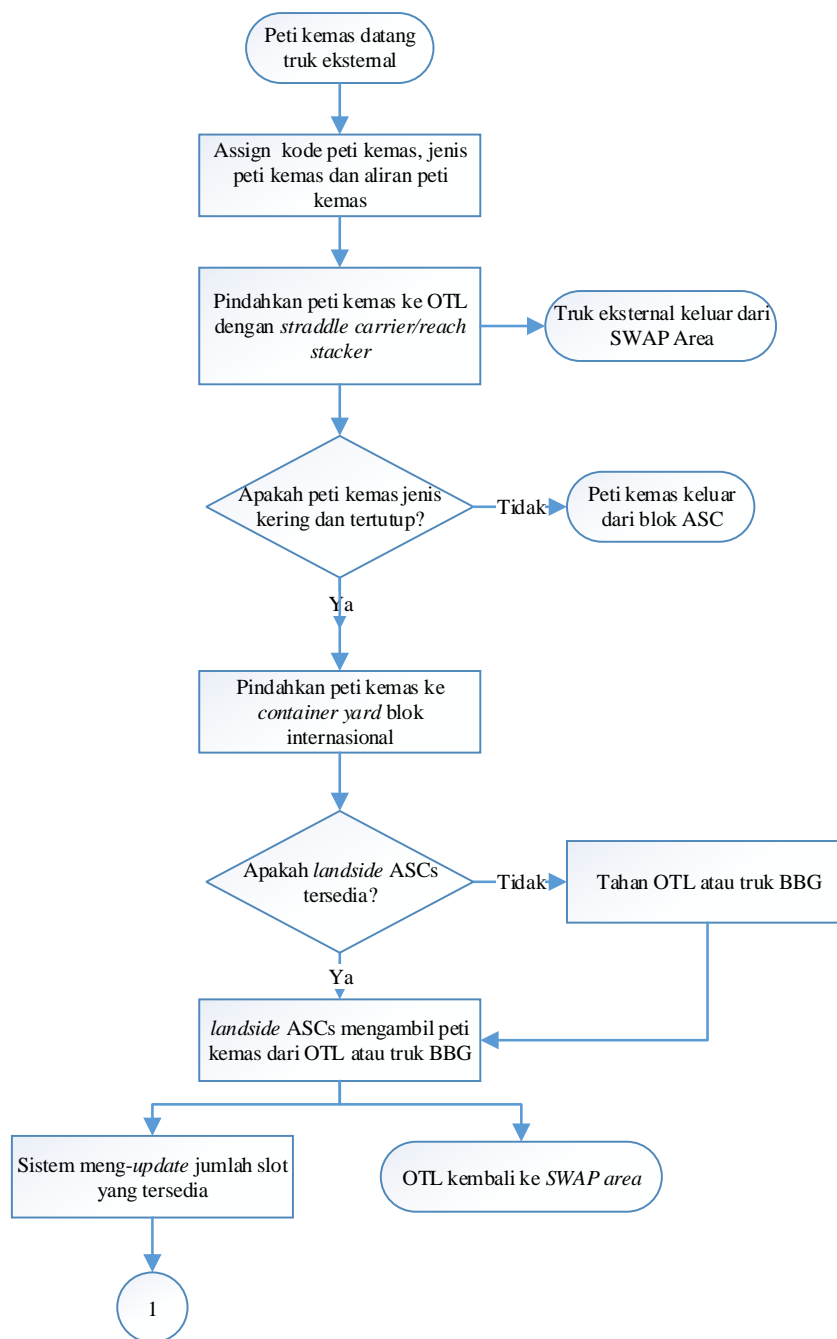
Pada penelitian ini, terdapat dua aliran proses yang bergerak saling berkebalikan. Dimana, terdapat aliran proses penyimpanan peti kemas yang berasal dari sisi *landside* untuk selanjutnya dimuat di kapal pengangkut dan aliran proses

penanganan peti kemas yang berasal sebuah kapal pengangkut untuk dilakukan proses bongkar serta akan disimpan pada lapangan pengangkut.

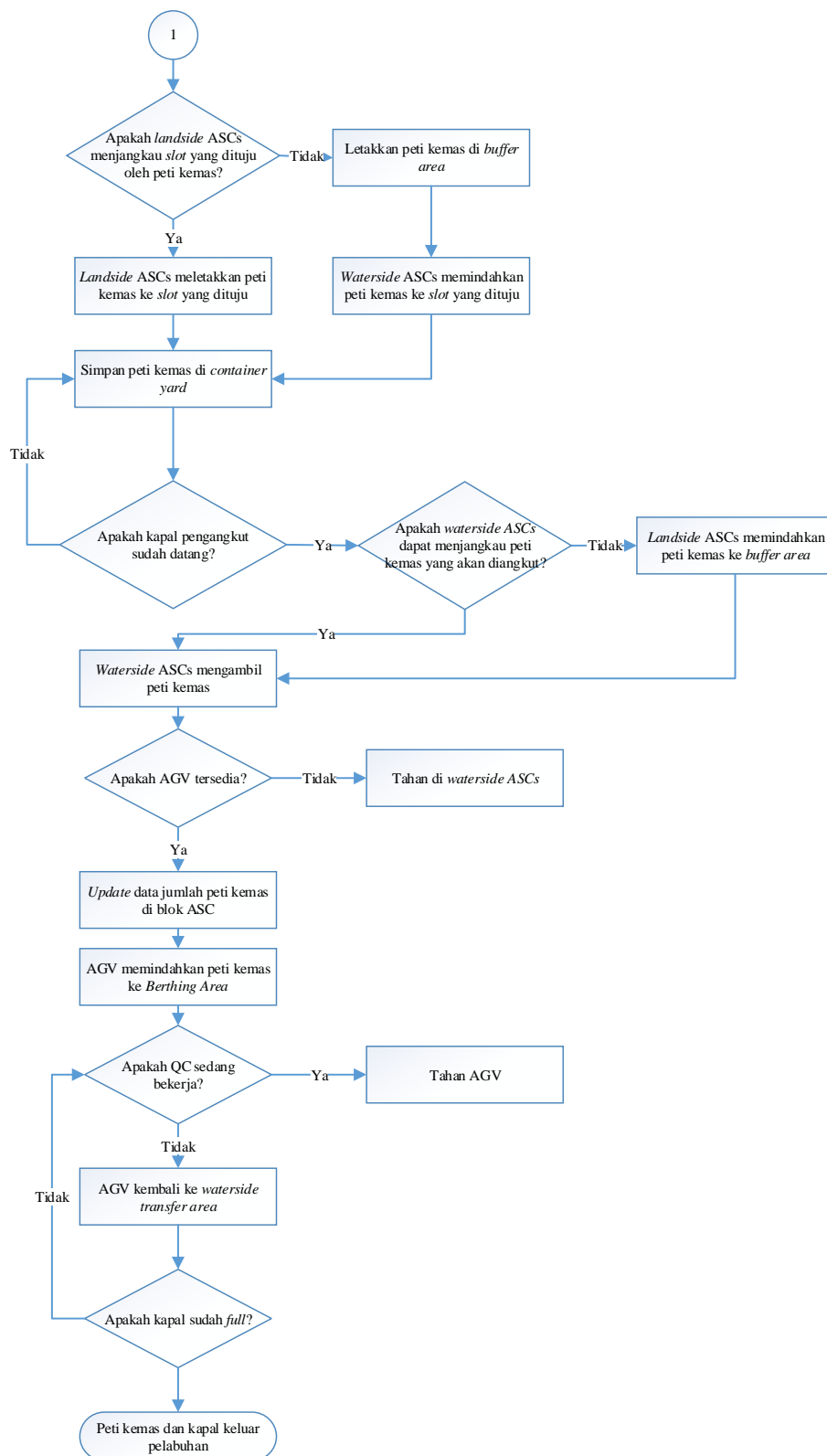
4.3.1.1 Model Konseptual Receiving-Loading

Aliran pergerakan peti kemas *receiving-loading* adalah peti kemas yang diantarkan oleh pelanggan menggunakan truk non bahan bakar gas menuju ke penyimpanan di Terminal Teluk Lamong. Pergerakan entitas peti kemas tersebut digambarkan dengan *logic flow diagram* pada Gambar 4.11 dan Gambar 4.12.

Pada Gambar 4.11 dijelaskan bahwa peti kemas yang dikirim oleh pelanggan atau konsumen dari depo akan tiba di *swap area* untuk dilakukan proses pemindahan peti kemas dari truk milik konsumen ke atas truk yang disediakan oleh PT Terminal Teluk Lamong. Truk tersebut menggunakan bahan bakar gas atau non fosil. Peti kemas akan dipindahkan dengan menggunakan *straddle carrier* atau *reach stacker*. Peti kemas tersebut sebelumnya telah memiliki atribut yang melekat sebagai identitas peti kemas. Dari *swap area* peti kemas akan diangkut dengan menggunakan OTL menuju lapangan penyimpanan atau blok ASC. Apabila *landside* ASC yang mengurus *pick up* dan *drop off* tersedia maka, peti kemas tersebut bisa langsung diproses. Akan tetapi, jika *landside* sedang pada masa *idle* maka OTL harus menunggu untuk diproses.



Gambar 4.11 *Logic Flow* Proses Muat Peti Kemas ke Kapal Pengangkut

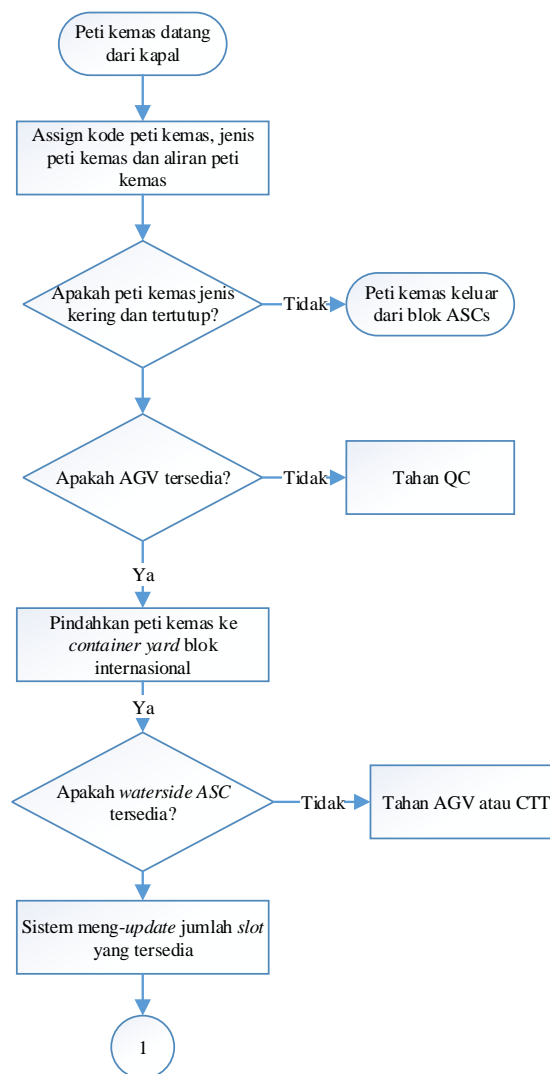


Gambar 4.12 *Logic Flow* Proses Muat Peti Kemas ke Kapal Pengangkut
lanjutan

Setelah peti kemas tersebut dipindahkan dengan *landside* ASC maka *landside* ASC tersebut akan menuju ke lokasi yang telah di-assign pada peti kemas. Apabila pada kondisi lokasi peti kemas tersebut tidak terjangkau oleh *landside* ASC maka peti kemas akan diletakkan di lokasi *buffer area* yang terletak secara acak akan tetapi dapat terjangkau oleh *waterside* ASC. Peti kemas tersebut akan disimpan pada lapangan tumpukan selama kapal pengangkut peti kemas tersebut tiba di pelabuhan Terminal Teluk Lamong. Pada Gambar 4.12, setelah kapal pengangkut tiba di *berthing area* (tempat sandar kapal) maka, peti kemas mulai dipindahkan oleh *waterside* ASC untuk kemudian dipindahkan oleh AGV menuju *berthing area*. Selanjutnya, Pada *berthing area*, peti kemas akan dipindahkan dari AGV menuju kapal dengan menggunakan *quay crane* atau *container crane*. Kapal pengangkut akan meninggalkan dermaga saat peti kemas yang diminta telah sesuai dengan kuantitas yang telah diminta oleh kapal tersebut.

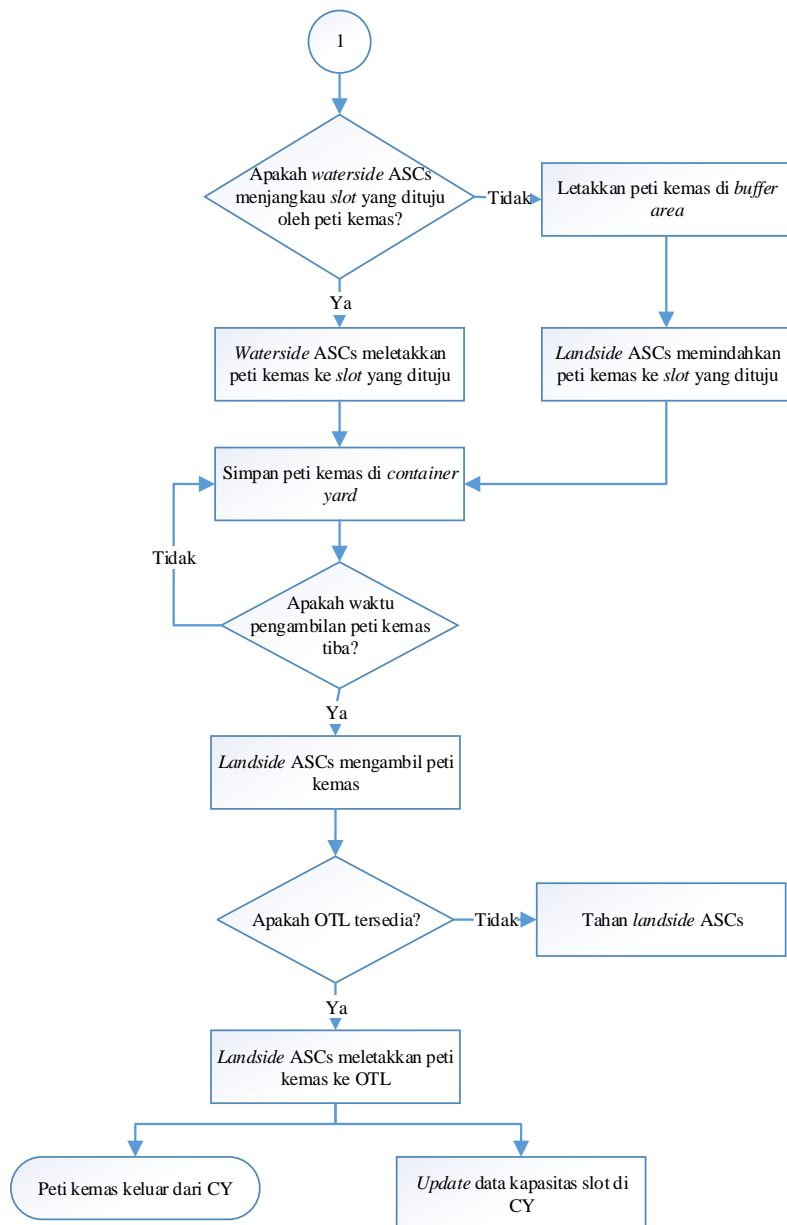
4.3.1.2 Model Konseptual Delivery-Unloading

Pola aliran selanjutnya yaitu aliran peti kemas yang disebut *delivery-unloading* dimana peti kemas didatangkan dari kapal pengangkut yang telah dibongkar dan selanjutnya disimpan sementara di CY dan selang beberapa waktu atau hari peti kemas tersebut diambil oleh konsumen atau agen. Proses *delivery-unloading* tersebut diilustrasikan pada Gambar 4.13 dan Gambar 4.14.



Gambar 4.13 *Logic Flow* Diagram Proses Bongkar Peti Kemas dari Kapal

Proses penanganan peti kemas bongkar dimulai dari kedatangan kapal pengangkut di BA. Jika peti kemas yang dibongkar merupakan peti kemas jenis kering tertutup maka peti kemas tersebut akan disimpan di lapangan penumpukan ASC. Peti kemas tersebut oleh AGV akan diangkut ke CY. Apabila *waterside* ASC tersedia, peti kemas tersebut bisa langsung diproses dan disimpan pada CY.



Gambar 4.14 *Logic Flow Diagram* Proses Bongkar Peti Kemas dari Kapal lanjutan

Pada Gambar 4.14 akan dijelaskan bagaimana peti kemas *import* selanjutnya setelah disimpan di CY. Apabila peti kemas tersebut telah tiba waktu pengambilan oleh konsumen maka *landside* ASC yang bertanggung jawab untuk proses *pick up* dan *drop off* dengan OTL akan mengambil peti kemas yang diminta. Jika OTL yang diminta tersedia maka peti kemas tersebut bisa langsung diproses

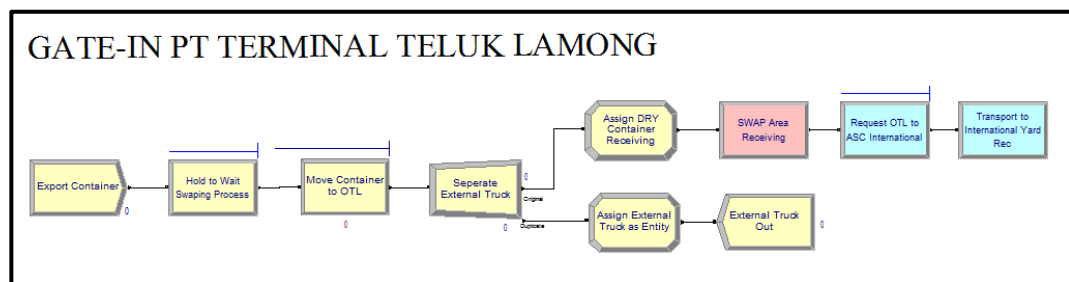
menuju *swap area* sehingga akan dipindahkan ke atas truk milik konsumen dengan *reach stacker*.

4.3.2 Model Simulasi Arena

Pada sub bab modul simulasi arena akan dijelaskan mengenai logika pemodelan sistem menggunakan *software* Arena 14. Pemodelan ini dibuat pada sistem pengiriman dan penerimaan peti kemas 20 *feet* berjenis kering tertutup di Terminal Teluk Lamong dengan ruang lingkup area kerja *gate-in* (darat) terminal, *container yard* internasional, *swap area*, *berthing area* (tempat bongkar-muat kapal) dan model penataan peti kemas di *container yard*.

4.3.2.1 Model Gate-in Terminal Teluk Lamong (Receiving)

Pada kondisi saat ini terdapat dua aliran peti kemas yang datang dan keluar dari terminal pelabuhan Teluk Lamong. Aliran tersebut yaitu aliran peti kemas *receiving* dan *delivery*. Aliran *receiving* tersebut akan memuat peti kemas *export* ke atas kapal pengangkut. Peti kemas *export* atau *receiving* tersebut dimodelkan pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15 Model Simulasi *Input* Peti Kemas *Export*

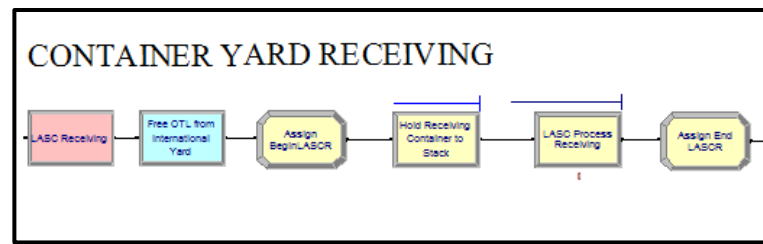
Pada Gambar 4.15 digunakan beberapa modul yang terdapat pada *software* Arena 14. Modul-modul tersebut sebagai berikut:

1. Modul *create* “*export container*” digunakan untuk memunculkan entitas peti kemas *export* dimana untuk waktu antar kedatangan peti kemas yang berdistribusi eksponensial.

2. Modul *hold* “*hold to wait swaping process*” digunakan untuk menahan entitas sampai dengan kondisi *reach stacker* selesai memindahkan peti kemas ke *transporter* OTL. Untuk menahan peti kemas tersebut digunakan *scan for condition* yaitu *Move Container to OTL.WIP == 0*.
3. Modul *process* “*move container to OTL*” merepresentasikan proses pemindahan peti kemas *export* dengan *resource* berupa *reach stacker* yang berjumlah 1 unit.
4. Modul *separate* “*separate external truck*” digunakan untuk memisahkan peti kemas *export* dengan entitas yang membawa peti kemas tersebut yaitu truk eskternal (milik konsumen).
5. Modul *assign* “*assign dry container receiving*” akan ditugaskan variabel *vID* yang berguna untuk memberikan kode pada peti kemas dengan menangkap nilai variabel tersebut dengan atribut bernama *code* dengan value yaitu *vID + 1*. Di samping itu, pada modul ini juga ditugaskan atribut *receiving* untuk membedakan antara peti kemas *export* dan *import*. Atribut *receiving* bernilai 0 untuk peti kemas *import* dan bernilai 1 untuk peti kemas *export*.
6. Setelah dibuat modul stasiun, dibuat modul *request* “*request OTL to ASC Internasional*”. Modul ini digunakan untuk memesan *transporter* OTL untuk memindahkan peti kemas dari *swap area* ke blok ASC Internasional.

4.3.2.2 Model Container Yard (Receiving)

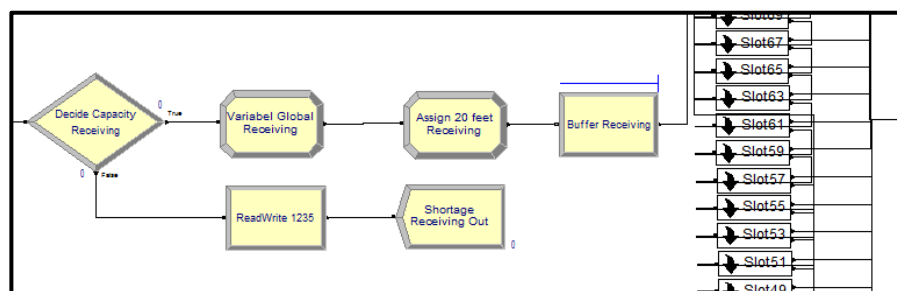
Setelah peti kemas *export* dipindahkan oleh OTL dari *swap area* maka peti kemas tersebut selanjutnya akan disimpan pada *container yard* atau blok penyimpanan ASC. Model penyimpanan peti kemas tersebut dimulai dari membebaskan OTL dari tugasnya untuk memindahkan peti kemas seperti pada Gambar 4.16.



Gambar 4.16 Model *Container Yard Receiving*

Modul yang digunakan untuk memodelkan *container yard receiving* yaitu digunakan beberapa modul seperti berikut:

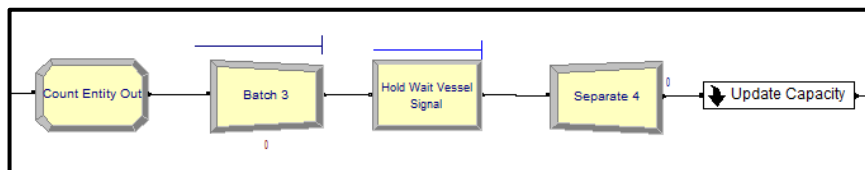
1. Modul stasiun “*LASC receiving*” digunakan untuk menandai tempat OTL untuk menurunkan peti kemas.
2. Modul *free* “*free OTL from internasional yard*” akan membebaskan OTL yang telah selesai mengangkut peti kemas *export* dan akan kembali ke *swap area* yang sekaligus menjadi area *parking* OTL.
3. Modul *assign* “*assign begin LASC*” dan “*assign end LASC*” digunakan untuk merekam waktu proses pemindahan peti kemas oleh *resources* OTL dengan menyimpannya pada atribut “*waktutunggu LASC*” dan di-assign atribut *begintostack* untuk menandai kapan peti kemas tersebut mulai disimpan pada lapangan penyimpanan.
4. Modul *hold* “*hold receiving container to stack*” digunakan untuk menahan peti kemas ke dalam sebuah antrian dan akan melepaskan peti kemas saat *resources* *landside* ASC pada aliran *receiving* dan *delivery* dalam keadaan kosong. Untuk hal tersebut, maka digunakan *scan for condition* dengan perintah *LASC Process Receiving.WIP == 0 && LASC Process Delivery.WIP == 0*.



Gambar 4.17 Model Simulasi *Container Yard Receiving* lanjutan

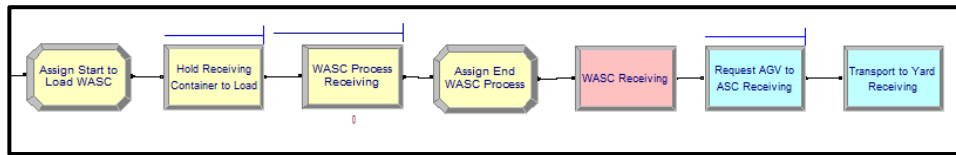
Setelah peti kemas tersebut dipindahkan oleh *landside* ASC maka dilakukan proses pengecekan apakah kapasitas dari *slot* penyimpanan masih tersedia. Maka digunakan beberapa modul sebagai berikut:

5. Modul *decide* “*decide capacity receiving*” apakah variabel “*cReceiving*” apakah lebih besar dari sama dengan 2. Apabila benar maka peti kemas akan diteruskan untuk disimpan di lapangan penyimpanan. Sedangkan apabila kapasitas “*cReceiving*” kurang dari 2 maka peti kemas tersebut akan di-*dispose* dan direkam dengan menyimpan kode peti kemas tersebut dan disimpan sebagai *shortage*. Dimana kapasitas total *slot receiving* yaitu 810 TEUs tempat penyimpanan per blok.
6. Selanjutnya digunakan modul *hold* “*buffer receiving*” untuk menahan peti kemas saat *waterside* ASC masih bekerja untuk memindahkan peti kemas lainnya.
7. Peti kemas tersebut akan disimpan pada *slot* penyimpanan yang bernomor ganjil dimulai dari *slot* 45 sampai dengan *slot* 79. Penataan peti kemas pada sub modul *slot* tersebut akan dijelaskan lebih detail pada sub bab model penataan peti kemas.



Gambar 4.18 Model Simulasi *Updating* Kapasitas *Slot* di *Container Yard Receiving*

Peti kemas yang akan dimuat akan dihitung dengan variabel hitung dan akan di-*batch* untuk memudahkan proses muat. Dimana peti kemas akan ditahan dengan modul *hold*, untuk menunggu sinyal dari *berthing area* dimana akan memberikan sinyal ketika kapal pengangkut telah datang dan modul *hold* akan melepaskan entitas yang telah di-*batch* tadi. Sebelumnya dilakukan *update* sisa kapasitas yang tersedia, digunakan modul *separate* untuk melepaskan entitas yang di-*batch* sementara. Sub model *update capacity* akan dijelaskan pada sub bab *update* kapasitas peti kemas *receiving*.



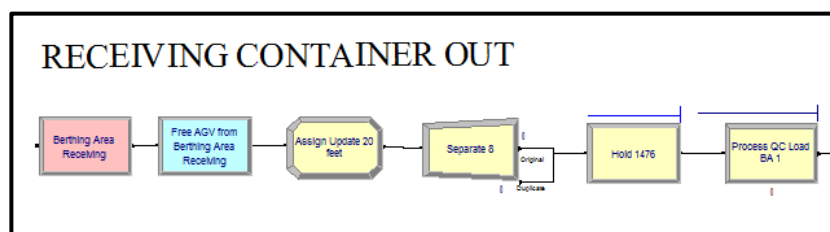
Gambar 4.19 Model Simulasi Pemindahan Peti Kemas *Export* ke *Berthing area*

Untuk memindahkan peti kemas ke *berthing area* maka digunakan beberapa modul sebagai berikut:

8. Modul *assign*, *hold*, dan *process* digunakan untuk memindahkan peti kemas dengan *waterside* ASC. Prinsip kerja dan penyimpanan data waktu tunggu peti kemas sama dengan *landside* ASC.
9. Modul stasiun "*WASC receiving*" akan digunakan untuk memesan *transporter* AGV dan untuk itu digunakan modul *request* untuk meminta AGV memindahkan AGV dari stasiun *WASC receiving* ke *berthing area*.

4.3.2.3 Model Peti Kemas *Export out (Receiving)*

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai model simulasi bagaimana peti kemas *export* tersebut keluar dari terminal Teluk Lamong. Prinsip kerja dari peti kemas tersebut keluar dari *berthing area* seperti pada Gambar 4.20 dan Gambar 4.21.

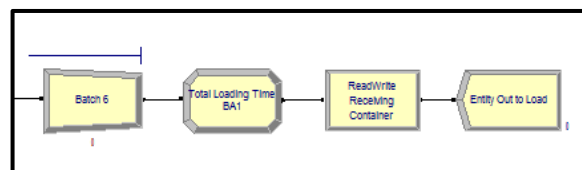


Gambar 4.20 Model Simulasi Peti Kemas *Export* Keluar dari *Berthing area*

Peti yang akan keluar dari lapangan penumpukan mendapatkan sinyal dari kedatangan kapal. Setelah itu, peti kemas tersebut dipindahkan sampai *berthing*

area. Pada *berthing area* digunakan beberapa modul sebagai berikut yang berguna mengeluarkan peti kemas dan memuatnya:

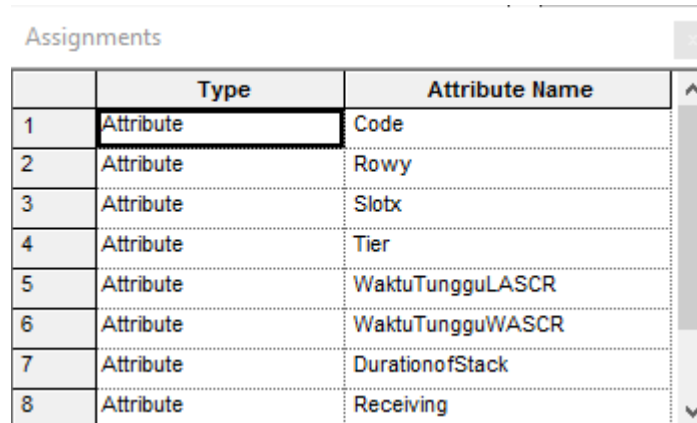
1. Modul stasiun “*berthing area receiving*” berguna untuk tempat AGV men-*drop off* peti kemas dan menggunakan modul *free* peti kemas tersebut akan terlepas dari *transporter*.
2. Modul *assign* “*assign update 20 feet*” digunakan untuk meng-*update* kapasitas total *slot* penyimpanan peti kemas *export* yaitu dengan cara *cReceiving* + *gReceiving* dimana *gReceiving* ialah sebuah atribut yang bernilai 1 dan telah di-*assign* pada modul “*variabel global receiving*”.
3. Modul *separate* digunakan untuk menggandakan sejumlah entitas agar sama dengan jumlah kapal yang dimuat. Dimana entitas yang digandakan adalah peti kemas yang disimpan pada satu blok lapangan penyimpanan. Oleh karena itu, modul *separate* ini, digunakan agar proses pemindahan peti kemas oleh *quay cranes* sama dengan peti kemas yang dimuat atau sama dengan sejumlah peti kemas yang diseluruh blok penyimpanan internasional.
4. Modul *hold* digunakan untuk menahan peti kemas dalam sebuah antrian untuk menunggu proses “*process QC load BA 1*” sama dengan 0 atau sampai dengan *resources QC* dalam keadaan *free*.



Gambar 4.21 Model Simulasi Peti Kemas *Export* Keluar dari *Berthing area* lanjutan

5. Modul *batch* digunakan untuk menggabungkan kembali yang entitas yang telah di-*separate* sebelumnya. Sehingga, jumlah peti kemas yang keluar dari *berthing area* sama dengan peti kemas yang keluar dari satu blok penyimpanan yang disimulasikan.
6. Modul *assign* “*total loading time BA 1*” digunakan untuk menghitung durasi tinggal peti kemas selama disimpan di *container yard*.

7. Modul *readwrite* “*readwrite receiving container*” digunakan untuk menyimpan beberapa data penting hasil simulasi dengan menggunakan file Microsoft Excel. Informasi yang disimpan yaitu seperti terdapat pada Gambar 4.22.



	Type	Attribute Name
1	Attribute	Code
2	Attribute	Rowy
3	Attribute	Slotx
4	Attribute	Tier
5	Attribute	WaktuTungguLASCR
6	Attribute	WaktuTungguWASCR
7	Attribute	DurationofStack
8	Attribute	Receiving

Gambar 4.22 Data *ReadWrite* Peti Kemas Keluar Sistem

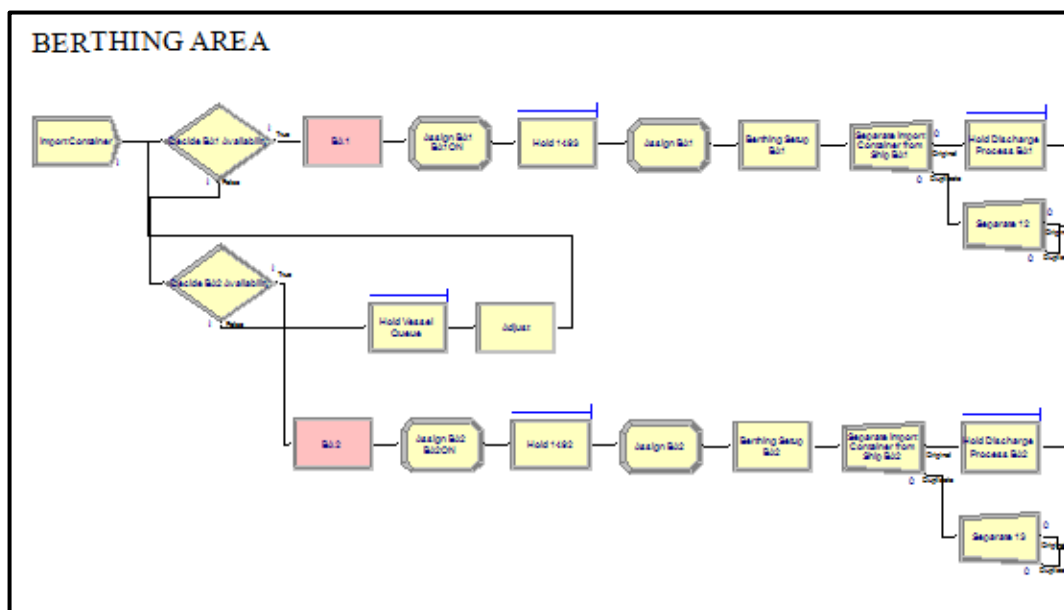
4.3.2.4 Model *Berthing area (Receiving)*

Peti kemas yang disimpan pada blok internasional ASC akan meninggalkan terminal ketika kapal pengangkut yang datang sudah tiba di *berthing area*. Pada saat ini, PT Terminal Teluk Lamong memiliki 2 *berthing area* dengan *recources* QC yang dialokasi berjumlah 2 unit. Pada sistem *berthing*, kapal pengangkut internasional dikontrol dengan ketentuan bahwa proses bongkar muat akan membutuhkan QC rata-rata 2 unit.

Pada *real* sistem, tidak jarang akan digunakan 3 unit QC sekaligus dalam satu kapal pengangkut internasional untuk membantu proses bongkar dan muat. Akan tetapi, hal tersebut jarang terjadi dengan kondisi bahwa jarak aman antar QC masih memungkinkan maka dapat dipergunakan 3 QC. Akan tetapi, pada model simulasi ini digunakan kapal pengangkut dengan tipe menggunakan 2 unit QC untuk setiap melakukan proses bongkar dan muat.

Saat ini di Terminal Teluk Lamong terdapat 2 area untuk kapal internasional bersandar dimana hanya dialokasikan 2 unit QC untuk melayani proses bongkar dan muat. Untuk meniru prinsip kerja kapal internasional tersebut bersandar di PT Terminal Teluk Lamong maka digunakan beberapa modul sebagai berikut:

1. Modul *create* “import container” untuk memunculkan entitas kapal dan antar kedatangan kapal tersebut mengikuti distribusi eksponensial.
2. Modul *decide* “decide BA 1 availability” dengan tipe *2-way by condition* yaitu mengecek apakah variabel BA1ON. Apabila BA1ON bernilai 0 atau artinya BA 1 dalam keadaan *idle* maka kapal diperkenankan untuk bersandar. Jika tidak, kapal tersebut akan mengecek ketersediaan BA2 hingga sampai pada modul *hold* “hold vessel queue” apabila kedua BA tersebut benar-benar dalam keadaan sibuk dan terisi oleh kapal.
3. Modul *station* BA 1 ditugaskan untuk menandai bahwa kapal tersebut telah tiba di area *berthing* 1.
4. Modul *assign* “assign BA 1 BA1ON” digunakan untuk memberikan nilai pada kapal sebuah atribut vBA1 sama dengan 1 dan variabel BA1ON bernilai 1 pula. Variabel BA1ON ini, sebagai tanda bahwa BA sedang digunakan atau tidak.
5. Karena pada sistem ini hanya menggunakan 2 QC maka kapal di BA1 dan BA2 akan dibongkar dan dimuat secara bergiliran. Untuk itu, digunakan modul *hold* BA2==0 pada hold di BA1 agar memastikan bahwa proses yang ada di BA2 telah selesai.

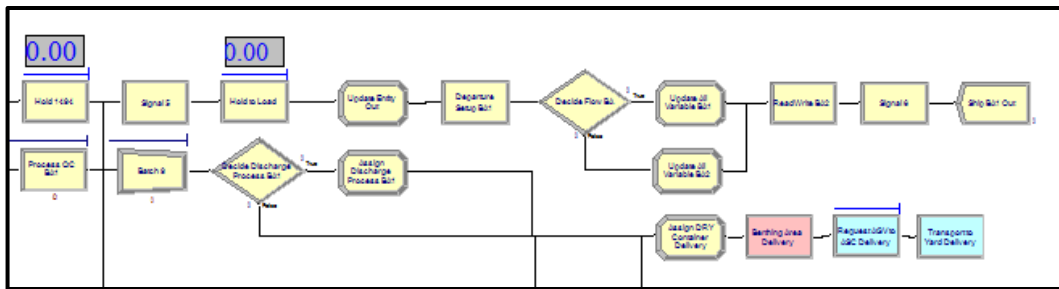


Gambar 4.23 Model Simulasi *Berthing area* pada Kondisi Saat Ini

6. Kapal yang berhasil akan diproses selanjutnya akan di-*assign* dengan atribut “*vesselarrivaltime*”, “*begindischarge*” dan “*vesselcode*”. Sedangkan variabel

yang digunakan yaitu $BA1 == 0$ dan variabel $vIDKapal == vIDKapal + 1$. Variabel $vIDKapal$ ini digunakan untuk memberikan penomoran pada kapal pengangkut yang berhasil diproses dan akan di-*record*.

7. Modul *delay* “*berthing setup BA1*” merepresentasikan persiapan kapal sebelum melakukan proses bongkar meliputi waktu kapal merapat (*safety procedures*) dan waktu QC melakukan persiapan serta termasuk waktu pengurusan dokumen penting.
8. Selanjutnya peti kemas akan dibongkar dengan modul *separate* peti kemas akan dipisahkan dengan kapal pengangkut dimana peti kemas akan digandakan sesuai dengan jumlah peti kemas yang diangkut.
9. Peti kemas akan dipindahkan dengan QC dimana sebelumnya didahului oleh modul *hold* untuk mengatur antrian tunggu bongkar. Entitas kapal pengangkut akan tetap ditahan sampai peti kemas tersebut selesai dibongkar oleh QC dengan menggunakan modul *hold* “*hold dischare process BA1*” dan akan dibebaskan ketika $vDischargeBA1 == 1$ (ketika peti kemas telah selesai dibongkar *semua* $vDischargeBA1 == 1$).
10. Modul *hold* digunakan untuk memastikan bahwa proses *loading* sebelumnya telah selesai yaitu dengan aturan $rContainerOut == 0 \ \&\& \ NQ(Hold \ to \ Load.Queue) == 0$.
11. Agar tidak terjadi *error* ketika modul sinyal memberikan kode maka digunakan modul *hold* untuk memastikan bahwa peti kemas yang keluar dari peti kemas telah sesuai dengan jumlah peti kemas yang dimuat per blok. Misalnya variabel hitung ≥ 108 . Apabila kondisi tersebut telah terpenuhi maka kapal tersebut akan memberikan sinyal di *container yard* untuk memesan *transporter* AGV.
12. Modul *hold* “*hold to load*” digunakan untuk menahan kapal sampai dengan proses muat telah selesai dilakukan oleh QC dengan kondisi bahwa variabel $rContainerOut$ telah sama dengan peti kemas yang ingin dimuat.
13. Modul *assign* “*update entity out*” untuk meng-*update* variabel $rContainerOut = 0$ dan $vLoading = 0$.
14. Modul *delay* “*departure setup BA1*” merepresentasikan waktu yang dibutuhkan oleh kapal untuk persiapan meninggalkan dermaga seperti waktu QC melepaskan tambatan di kapal pengangkut.

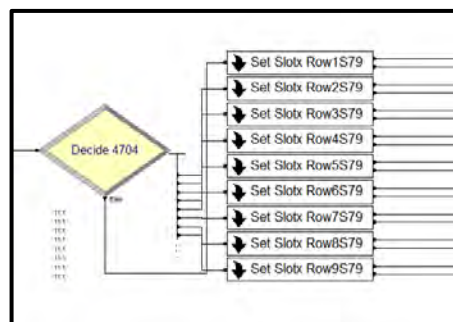


Gambar 4.24 Model Simulasi *Berthing area* pada Kondisi Saat Ini lanjutan

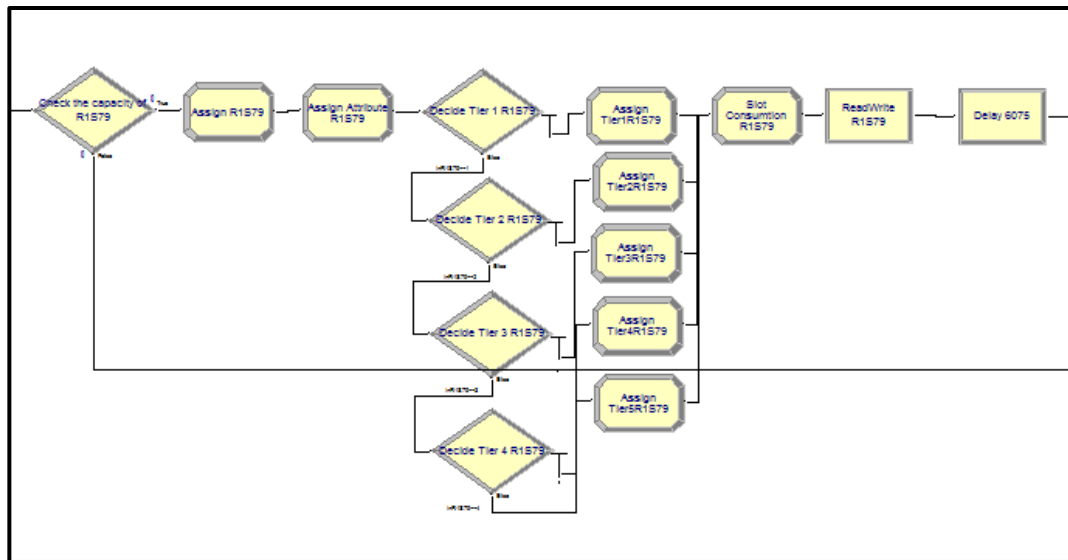
15. Karena hanya terdapat 2 QC maka digunakan modul *decide* untuk memutuskan dari BA mana kapal tersebut diproses untuk selanjutnya dilakukan pembaharuan nilai variabel.
16. Modul *readwrite* ini digunakan untuk menyimpan kode kapal dan waktu sandar kapal atau turnaround time kapal.
17. Modul *signal* digunakan untuk memberikan sinyal untuk kapal diluar *berthing area* untuk memasuki *berthing area* dan akhirnya entitas kapal tersebut akan di-*dispose*.

4.3.2.5 Model Penataan Peti Kemas pada Slotx (Receiving)

Pada sub bab ini dijelaskan bagaimana peti kemas *export* disimpan di *container yard*. Peti kemas tersebut akan dibagi berdasarkan probabilitas yang sama di setiap baris. Misalkan pada *slotx* 79 akan dibagi ke 9 baris yang dimiliki oleh setiap blok seperti pada Gambar 4.25.



Gambar 4.25 Model Simulasi Pembagian Penataan Peti Kemas di *Slotx*



Gambar 4.26 Model Simulasi Penataan Peti Kemas di *Slotx 79*

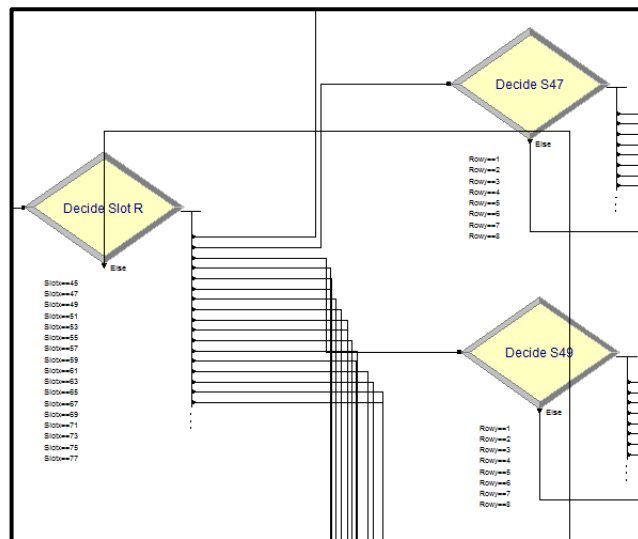
Penataan peti kemas di *container yard* dimulai dengan modul *decide* untuk memutuskan apakah kapasitas yang tersedia di *slotx 79* baris 1 tersedia dimana setiap *slot* dimasing-masing baris memiliki kapasitas kapasitas 5 tumpukan. Proses penataan peti kemas selanjutnya menggunakan beberapa modul sebagai berikut:

1. Modul *assign* “*assign R1S79*” untuk memberikan nilai pada atribut *R1S79* bernilai 1. Atribut ini nantinya akan digunakan sebagai pengurangan dan penjumlahan kapasitas *slotx 79* baris 1.
2. Modul *assign* “*assign attribute R1S79*” digunakan untuk memberikan atribut *slotx* bernilai 79 dan atribut baris *rowy* bernilai 1. Di samping itu, terdapat variabel *inR1S79* untuk menentukan lokasi tumpukan. Yang mana variabel *inR1S79* bernilai baru dengan cara $inR1SS79 + R1S79$.
3. Modul *decide* “*decide tier 1 R1S79*” dan modul *decide* lainnya digunakan untuk menentukan lokasi *tier*. Apabila $inR1S79 == 1$ maka modul “*assign tier 1 R1S79*” akan memberikan nilai atribut *tier* sama dengan 1. Hal tersebut akan terus ter-update selama nilai *inR1S79* mengalami perubahan.
4. Pada modul *assign slot consumption R1S79* akan dilakukan pengurangan terhadap kapasitas *slotx* yaitu dengan cara $capacityR1S79 = capacityR1S79 - R1S79$.

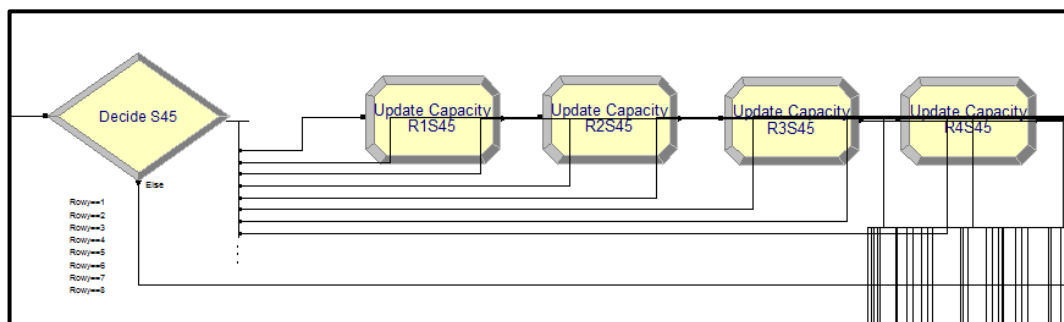
5. Lokasi peti kemas: *rowy*, *slotx*, *tier*, dan kode peti kemas disimpan dengan menggunakan modul *readwrite*.
6. Peti kemas tersebut selanjutnya akan disimpan dengan modul *delay* dan akan keluar dari *container yard* ketika kapal pengangkut tiba di terminal pelabuhan.

4.3.2.6 Model Simulasi Sub Model Update Kapasitas Slot

Pada model simulasi sub model *update* kapasitas *slot* digunakan modul *decide* digunakan untuk memisahkan peti kemas berdasarkan lokasi *slotx* penyimpanan. Alur pemisahan peti kemas berdasarkan lokasi *slotx* seperti pada Gambar 4.27.



Gambar 4.27 Model Simulasi Sub Model *Update* Kapasitas *Slot*

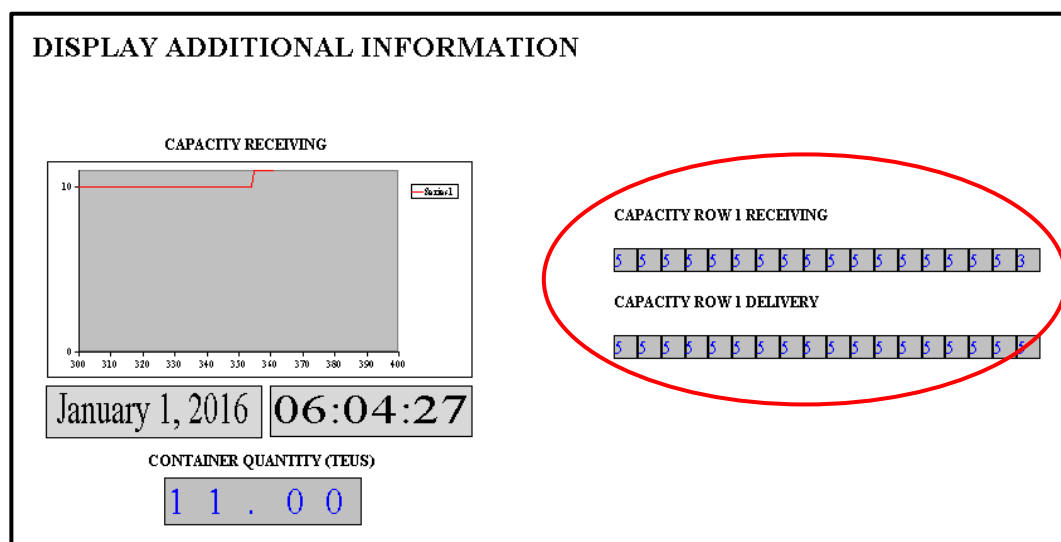


Gambar 4.28 Model Simulasi Sub Model *Update* Kapasitas *Slot* lanjutan

Peti kemas selanjutnya akan di-*sorting* lagi berdasarkan baris di *container yard*. Kemudian, peti kemas akan diperbaharui dengan cara misalnya dikapasitas $R1S79$, $capacityR1S79 + R1S79$. Dengan sistem demikian, model simulasi ini dapat menjamin mengenai keterbatasan kapasitas penyimpanan dan mengakomodir letak penataan peti kemas.

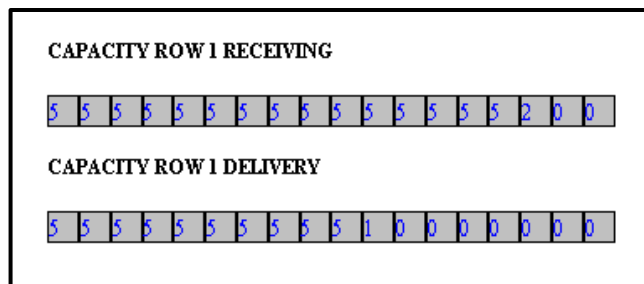
4.3.3 Verifikasi Model

Verifikasi adalah proses untuk memastikan model simulasi yang dibuat terbebas dari *error* dan berjalan sesuai dengan apa yang diharapkan atau sesuai dengan model konseptual (Kelton, et al., 2004). Oleh karena itu, dilakukan pengecekan di beberapa titik di model simulasi yang telah dibuat. Salah satunya mengecek mengenai logika kapasitas penyimpanan peti kemas di *container yard*.



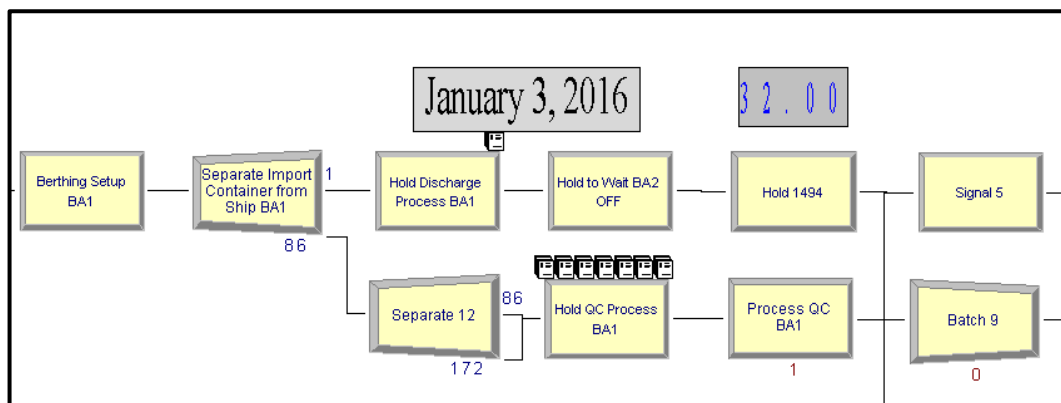
Gambar 4.29 Informasi Kapasitas *Slot* di *Container Yard*

Pada Gambar 4.29 1 Januari 2016 kapasitas *slot delivery* atau *full* hal ini dikarenakan kapal pengangkut yang membongkar peti kemas belum tiba. Di samping itu, pada keadaan ini, rata-rata kapasitas *slot* masih dalam keadaan *full* yaitu berisi 5 tumpukan.



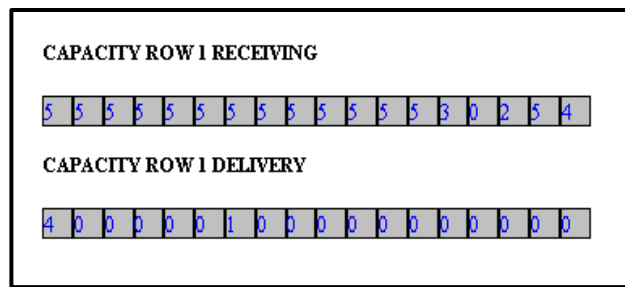
Gambar 4.30 Informasi Sisa Kapaitas Slot 1

Gambar 4.30 menunjukkan bahwa pada menit ke 2880 kapal pengangkut telah tiba di *berthing area* di PT Terminal Teluk Lamong. Sehingga peti kemas *import* tersebut akan dipindahkan oleh AGV untuk kemudian disimpan di *slot delivery*. Hasilnya mulai dari menit ke 2880 kapasitas *slot delivery* sudah mulai terpakai seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.30.



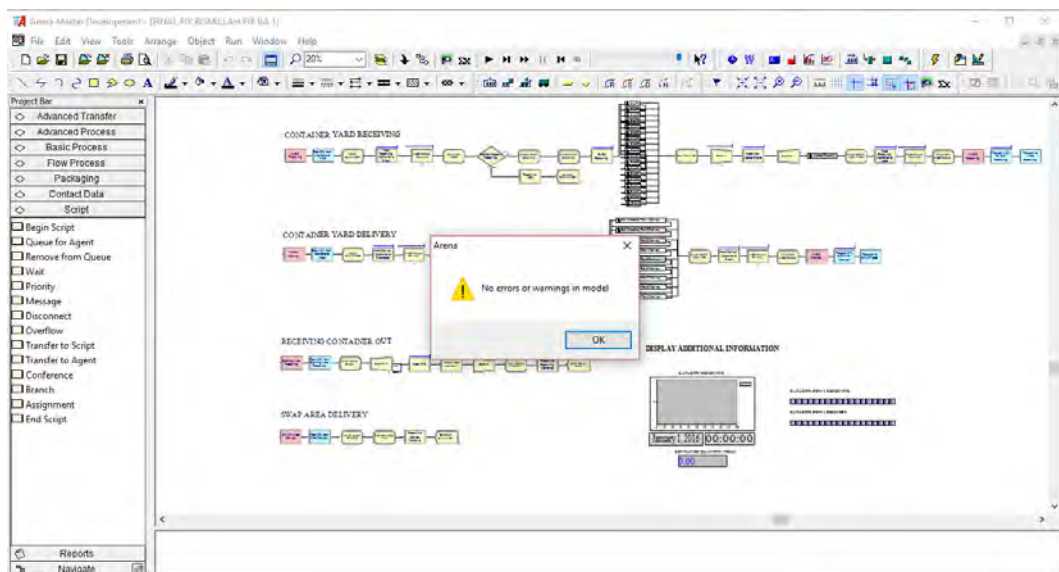
Gambar 4.31 Berthing area pada Menit ke 2880

Informasi kapasitas yang terdapat pada Gambar 4.30 merupakan hasil dari kedatangan entitas kapal yang terdapat di *berthing area*. Pada saat menit ke-2880 kapal tiba di BA melakukan proses *setup* dan selanjutnya melakukan proses bongkar. Pada saat kapal melakukan proses bongkar, kapal akan ditahan pada modul “*hold discharge process BA1*” sampai dengan proses bongkar selesai maka kapal bisa dilanjutkan untuk melakukan proses muat atau *loading* pada kapal.



Gambar 4.32 Informasi Sisa Kapasitas *Slot 2*

Pada saat kapal tersebut selesai dibongkar, QC akan segera memproses peti kemas *export* untuk dimuat di kapal. Sehingga terlihat pada Gambar 4.32 kapasitas *slot 79* baris 1 menjadi 4 yang awalnya tidak memiliki sisa kapasitas sama sekali atau terpakai semua. Saat peti mulai melakukan proses muat. Nilai kapasitas di *slot* penyimpanan peti kemas *export* otomatis ter-*update*. Prinsip tersebut, telah sesuai dengan logika yang terjadi di *real* sistem dimana peti kemas yang terdapat pada *slot* penyimpanan *receiving* akan bertambah saat kapal pengangkut tiba dan kapasitas *slot delivery* akan berkurang untuk menyimpan peti kemas saat kapal selesai melakukan proses bongkar. Kapasitas *slot delivery* akan bertambah ketika truk eksternal yang mengangkut peti kemas telah tiba di terminal dan mulai mengangkut peti kemas *import* tersebut.



Gambar 4.33 Pengecekan Error dengan *Software Arena 14*

Pengecekan model yang terbebas dari eror dapat dilakukan dengan perangkat yang tersedia di *software* Arena 14 yaitu dengan *check* model F4. Pada saat hal tersebut dilakukan model simulasi pada kondisi saat ini sudah terbebas dari eror seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.33. Oleh sebab itu, maka model pada kondisi saat ini telah terverifikasi baik dari segi logika cara kerja dan eror yang terjadi.

4.3.4 Validasi Model

Pada tahap pengembangan model terdapat tahapan validasi model yaitu proses untuk memastikan bahwa model yang dibuat telah merepresentasikan riil sistem. Validasi tersebut pada penelitian ini dilakukan dengan menguji hasil simulasi *turnaround time* kapal, untuk itu model disimulasikan selama 1 bulan dengan 3 kali replikasi. Untuk kondisi data yang kurang dari 30 sampel maka akan digunakan uji *t-test*.

Tabel 4.8 *t-Test Turnaround Time Kapal Pengangkut*

	<i>Turnaround Time Asli</i>	<i>Turnaround Time Simulasi</i>
Mean	2171	2110.002312
Variance	181290.6667	175695.5063
Observations	10	28
Hypothesized Mean Difference	0	
Df	16	
t Stat	0.390466432	
P(T<=t) one-tail	0.350670643	
t Critical one-tail	1.745883676	
P(T<=t) two-tail	0.701341286	
t Critical two-tail	2.119905299	

Keterangan: *t-Test Two-Sample Assuming Unequal Variances*

Berdasarkan hasil uji *t-test* yang menggunakan *tool analysis* di Microsoft Excel didapatkan nilai t statistik sebesar 0,390466432 nilai tersebut berada pada t kritis yaitu antara $-2,119905299 < 0,390466432 < 2,119905299$, yang artinya bahwa hipotesa awal / H_0 yang menyatakan rata-rata sampel pada data *turnaround time* asli dengan hasil simulasi adalah sama. Di samping itu, hasil uji *t-test* juga bisa dilihat dari *p-value* yang dihasilkan. Dari Tabel 4.8 didapatkan *p-value* untuk *two-tail* yaitu 0,701341286 atau lebih dari nilai *error* yang ditentukan yaitu 0,05 sehingga berdasarkan sudut pandang *p-value* H_0 pada uji *t-test* ini dapat diterima.

Oleh karena itu, dari hasil uji *t-test* didapatkan informasi bahwa hasil simulasi yang dibuat telah sama dengan kondisi riil sistem berdasarkan perbandingan *turnaround time* kapal pengangkut.

4.3.5 Perhitungan Jumlah Replikasi

Perhitungan jumlah replikasi dilakukan berdasarkan data hasil simulasi *turnaround time* yang terdapat pada Tabel 4.8. Perhitungan jumlah replikasi digunakan untuk mencari jumlah minimum replikasi yang harus dilakukan selama menjalankan model simulasi pada penelitian ini. Replikasi sendiri dilakukan untuk mengakomodasi sifat keacakan yang ditimbulkan pada saat *running* program simulasi. Hal pertama yang dilakukan saat menghitung jumlah replikasi yaitu menghitung *halfwidth* yang dihasilkan saat melakukan model simulasi awal. Pada penelitian ini simulasi awal dilakukan dengan menjalankan model selama 1 bulan dengan 3 hari masa *warm-up period* dimana jumlah replikasi awal yang dilakukan yaitu 3 kali replikasi. Berikut adalah langkah-langkah dalam menghitung jumlah replikasi:

$$Halfwidth = \frac{(t_{n-1, \alpha 0,05}) \times s}{\sqrt{n}} \quad (4.1)$$

$$Halfwidth = \frac{(2,0518) \times 419,1605}{\sqrt{3}} \quad (4.2)$$

$$Halfwidth = 496,5406 \quad (4.3)$$

Halfwidth awal yang dilakukan dengan 3 kali replikasi didapatkan 496,5406 atau sama dengan prosentase eror (dibandingkan dengan rata-rata sampel) yang mencapai 23%. Oleh karena nilai eror yang dihasilkan lebih dari 7%. Maka nilai *halfwidth* tersebut akan dilakukan pengurangan nilai agar *halfwidth* perhitungan replikasi dapat mencapai 7%. Sehingga, dengan prosentase eror yang dicapai 7% maka nilai *halfwidth* baru yaitu 7% x rata-rata sampel atau sama dengan 147,7002. Oleh sebab itu, nilai *halfwidth* yang dipakai 147,7002 karena memiliki prosentase eror sebesar 7%.

$$n' = \left(\frac{(z, \alpha 0,05) \times s}{halfwidth} \right)^2 \quad (4.4)$$

$$n' = \left(\frac{1,96 \times 419,1605}{147,7002} \right)^2 \quad (4.5)$$

$$n' = 30,93933 \text{ replikasi atau } 31 \text{ kali replikasi} \quad (4.6)$$

Keterangan:

- n : jumlah replikasi awal
n' : jumlah replikasi minimum
s : standar deviasi
 α : standar eror

Dari perhitungan jumlah minimum replikasi yang dilakukan, didapatkan jumlah minimum replikasi yaitu sebesar 31 kali replikasi. Oleh sebab itu, pada penelitian ini dilakukan 31 kali replikasi untuk menjalankan semua skenario pada sistem.

BAB 5

PERCOBAAN NUMERIK DAN ANALISIS

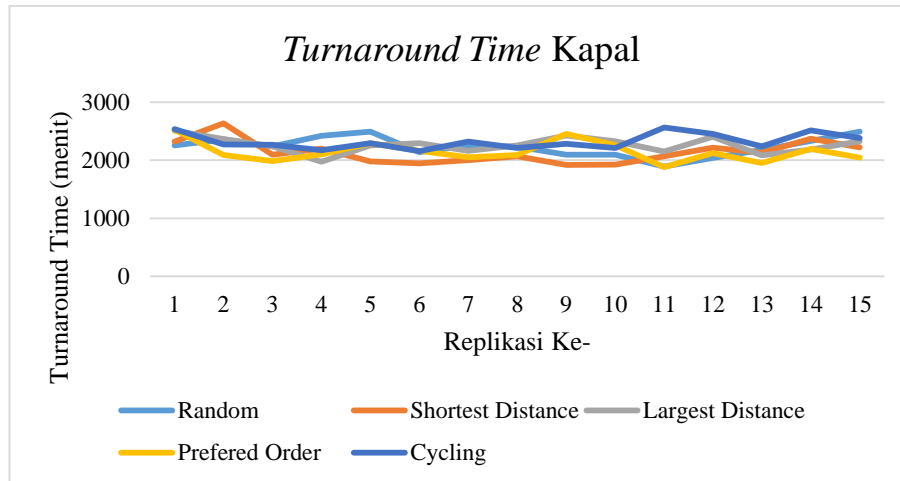
Pada Bab Percobaan Numerik dan Analisis akan dibahas mengenai analisis kondisi penugasan *transporter* yang ada di sistem. Analisis tersebut guna mengetahui kondisi ideal *transporter* yang memberikan nilai *turnaround time* yang paling minimum dibandingkan strategi penugasan lainnya. Di samping itu, akan dibahas mengenai analisis kebutuhan ASC pada kondisi sekarang dan pada masa mendatang yaitu pada fase II.

5.1 Analisis Kondisi *Transporter* di Sistem

Sebelum melakukan proses simulasi analisis kebutuhan blok ASC yang menyesuaikan proyeksi permintaan PT Terminal Teluk Lamong maka dilakukan terlebih dahulu analisis kondisi *transporter* di sistem. Pada model simulasi ini terdapat dua jenis *transporter* yang digunakan di PT Terminal Teluk Lamong yaitu *Open Truck Load (OTL)* dan *Automated Guided Vehicle (AGV)*. Analisis ini digunakan untuk menentukan strategi penugasan *transporter* yang ideal di sistem guna meminimasi waktu sandar kapal dan mempercepat mobilitas peti kemas di sistem. Terdapat lebih dari satu *transporter* yang tersedia di sistem amatan, tentunya akan memberikan pilihan dan situasi yang memungkinkan untuk meminta *transporter* disaat armada yang digunakan pada posisi *idle* lebih dari satu. Oleh karena itu, diperlukan *transporter selection rules* guna memilih *transporter* mana yang akan memenuhi permintaan tersebut terlebih dahulu. Strategi perjalanan yang digunakan umum dan tersedia yaitu (Kelton, et al., 2006):

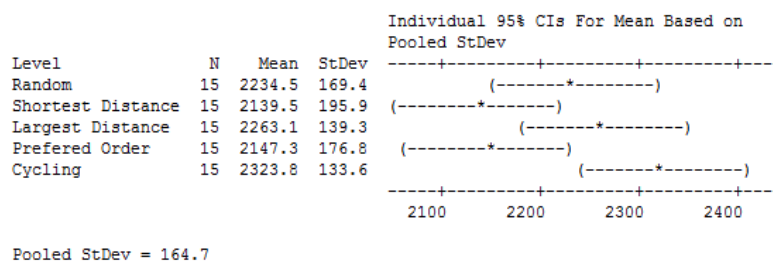
1. *Random*: menugaskan *transporter* yang tersedia secara acak
2. *Shortest Distance*: menugaskan *transporter* yang memiliki jarak terpendek dengan tempat entitas meminta *transporter*.
3. *Largest Distance*: menugaskan *transporter* yang memiliki jarak terjauh dari tempat entitas meminta *transporter*.
4. *Preferred Order*: menugaskan *transporter* berdasarkan jumlah *order* dengan unit *transporter* terkecil.

5. *Cycling*: menugaskan *transporter* secara berputar yaitu *transporter* yang tersedia adalah *transporter* yang pertama selesai melakukan proses pengalokasian.



Gambar 5.1 Hasil *Running* Strategi Penugasan *Transporter*

Pada model simulasi saat ini, dilakukan penugasan OTL yang berjumlah 5 unit untuk setiap blok dan 7 unit AGV per blok. Selanjutnya dilakukan *running* program selama 1 bulan dengan *warm-up* periode selama 3 hari dan dilakukan 31 kali replikasi didapatkan *turnaround time* untuk setiap strategi. Hasil keseluruhan *running* untuk setiap strategi dapat dilihat pada Gambar 5.1. Dari kelima strategi tersebut akan dilihat nilai parameter rata-rata sampel yang memberikan *turnaround time* kapal yang paling minimum dengan menggunakan *pooled stdev* yang tersedia di-*software* Minitab. Hasil uji *pooled stdev* didapatkan hasil *plotting* sebagaimana terdapat pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2 Hasil Penggambaran Nilai Rata-Rata Strategi

Berdasarkan Gambar 5.2 terlihat perbedaan rata-rata *turnaround time* yang diberikan oleh setiap strategi. Strategi *shortest distance* memberikan nilai waktu *turnaround time* yang paling pendek dan jauh berbeda dengan strategi *cycling* yang ditugaskan. *Cycling* memberikan rata-rata waktu sandar kapal yaitu sebesar 2323,8 menit sedangkan *shortest distance* memberikan waktu sebesar 2139,5 menit. Oleh karena itu, untuk meminimasi waktu sandar kapal dan mempercepat mobilisasi di terminal pelabuhan Teluk Lamong maka *transporter* akan ditugaskan menggunakan *selection rule* berupa *shortest distance* untuk *transporter* OTL dan AGV.

5.2 Percobaan Numerik Kebutuhan Blok ASC

Pada sub bab ini dijelaskan mengenai pengembangan skenario simulasi, analisis kebutuhan blok ASC untuk fase 1, fase antara dan fase 2. Pada sub bab ini juga dijelaskan mengenai beberapa hasil *occupancy rate*, waktu tunggu peti kemas di *landside* dan *waterside* ASC.

5.2.1 Pengembangan Skenario

Terminal Pelabuhan Teluk Lamong memiliki *master plan* untuk beberapa tahun ke depan, lihat Tabel 2.1. Penelitian ini akan menguji dan memproyeksikan berapa jumlah kebutuhan lapangan penyimpanan ASC internasional dalam memenuhi permintaan peti kemas sesuai dengan *master plan* tersebut. Saat ini, PT Terminal Teluk Lamong apabila dilihat dari segi data historis permintaan peti kemas *export* dan *import* masih berada pada fase 1. Sehingga, pada penelitian ini akan dibatasi untuk memproyeksikan kebutuhan lapangan ASC pada fase 2 dengan terdapat beberapa kenaikan permintaan peti kemas yang berada diantara fase 1 dan fase 2. Data permintaan yang digunakan untuk mengukur kebutuhan lapangan penyimpanan ASC yaitu terdapat pada Tabel 5.1. Pada tabel tersebut, data permintaan yang ingin disimulasikan berjumlah 4 jenis yaitu permintaan 118728 TEUs per tahun, 148416 TEUs per tahun, 178092 TEUs per tahun dan 390000 TEUs per tahun.

Tabel 5.1 Data Permintaan Peti Kemas *Export* dan *Import*

KETERANGAN	PERMINTAAN FASE 1	PERMINTAAN FASE ANTARA 1	PERMINTAAN FASE ANTARA 2	PERMINTAAN FASE 2
<i>Demand</i> (TEUs) /tahun	118728	148416	178092	390000
<i>Demand</i> (TEUs)/bulan	9894	12368	14841	32500
<i>Demand</i> peti kemas <i>export</i> (TEUs)/bulan	5508	6885	8262	17875
<i>Demand</i> peti kemas <i>import</i> (TEUs)/bulan	4386	5483	6579	14625
Estimasi Jumlah Kapal Sandar (unit)/bulan	16	22	26	57

Dimana proporsi permintaan peti kemas *export* dan *import* memiliki proporsi 55% banding 45%. Hal tersebut, didasarkan pada data historis permintaan fase 1. Sehingga untuk mendapatkan nilai permintaan peti kemas *export* untuk permintaan fase 2 dilakukan dengan cara $55\% \times 32500$ TEUs per bulan atau sama dengan 17875 TEUs per bulan. Dari keempat informasi *demand* yang disimulasikan akan dikembangkan beberapa skenario.

Tabel 5.2 Rekap Skenario Berdasarkan Variabel Keputusan

Keterangan	Jumlah CY	Jumlah QC	Jumlah BA
Skenario 1	3	2	2
Skenario 2	3	4	2
Skenario 3	5	4	2
Skenario 4	7	4	2
Skenario 5	8	4	2
Skenario 6	7	6	3

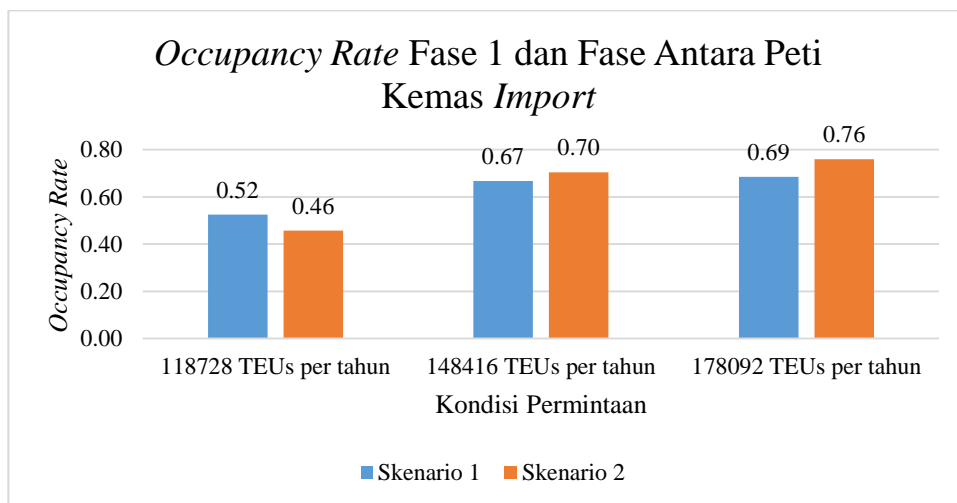
Skenario tersebut dikembangkan dengan mengubah jumlah *container yard*, jumlah *quay cranes*, dan *berthing area*. Keenam skenario tersebut dijalankan untuk kondisi permintaan yang terdiri dari permintaan fase 1, permintaan fase antara 1, permintaan fase antara 2, dan permintaan fase 2.

5.2.2 Kebutuhan Blok ASC

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai analisis kebutuhan blok ASC yang dilihat berdasarkan parameter *occupancy rate*, waktu tunggu peti kemas, dan *turnaround time* kapal.

5.2.2.1 Parameter Occupancy Rate

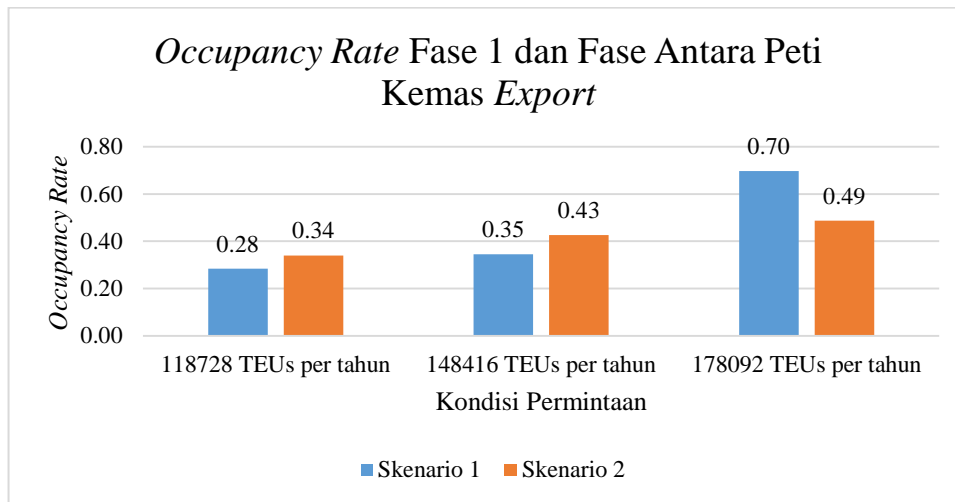
Parameter yang diukur adalah *occupancy rate* atau laju penggunaan kapasitas *slot* di *container yard* ASC. Parameter ini digunakan untuk mengukur apakah dengan jumlah blok lapangan ASC yang disediakan sekarang mampu memenuhi kebutuhan *demand* dengan kapasitas *container yard* yang dimiliki.



Gambar 5.3 *Occupancy Rate* Fase 1 dan Fase Antara Peti Kemas *Import*

Gambar 5.3 memberikan nilai prosentase rata-rata penggunaan *slot* di setiap lapangan penyimpanan. Hal ini dimaksudkan karena jumlah peti kemas yang disimpan pada setiap blok adalah sama. Pada kondisi saat ini, penggunaan *slot* yang tersedia untuk peti kemas *import* sebesar 52%. Prosentase penggunaan *slot* terus mengalami kenaikan saat permintaan peti kemas juga mengalami kenaikan seperti terlihat Gambar 5.3. Sedangkan penggunaan *slot* juga mengalami kenaikan ketika jumlah *quay cranes* yang beroperasi di dermaga berjumlah 4 unit (skenario 2). Hal tersebut, terjadi pada permintaan peti kemas 178092 TEUs per tahun sebesar 69% pada skenario 1 dan pada skenario 2 mencapai 76%. Hal tersebut disebabkan oleh

rata-rata jumlah kapal yang bersandar di dermaga pada skenario 2 lebih banyak dibandingkan skenario 1.



Gambar 5.4 *Occupancy Rate Fase 1 dan Fase Antara Peti Kemas Export*

Fenomena kenaikan penggunaan *slot import* juga terjadi pada *slot* penyimpanan peti kemas *export*. Dimana kenaikan penggunaan *slot* berbanding lurus dengan kenaikan permintaan peti kemas. Apabila dibandingkan penggunaan *slot import* dan *export* yang sama-sama berjumlah 162 *slot*, terlihat bahwa rata-rata penggunaan *slot import* mengalami kenaikan seiring banyaknya kapal yang bersandar sedangkan rata-rata penggunaan *slot export* mengalami penurunan seiring frekuensi kapal yang mengangkut peti kemas semakin banyak. Hal tersebut, ditunjukkan oleh skenario 1 dan skenario 2 untuk permintaan peti kemas 178092 TEUs per tahun tepatnya pada Gambar 5.4 dimana penggunaan *slot* menjadi turun dari 70% (saat rata-rata jumlah kapal sandar sebanyak 20,45 unit per bulan) menjadi 49% (saat rata-rata jumlah kapal sandar sebanyak 26 unit per bulan).

Berdasarkan simulasi permintaan mencapai 390000 TEUs per tahun pada skenario 3 (lihat Gambar 5.6) yang merupakan proyeksi oleh PT Terminal Teluk Lamong pada sebuah *master plan*. PT Terminal Teluk Lamong mengoperasikan 5 blok lapangan penyimpanan, dan 4 unit *quay cranes* dengan 2 *berthing area* atau dermaga. Didapatkan hasil simulasi skenario 3, PT Terminal Teluk Lamong

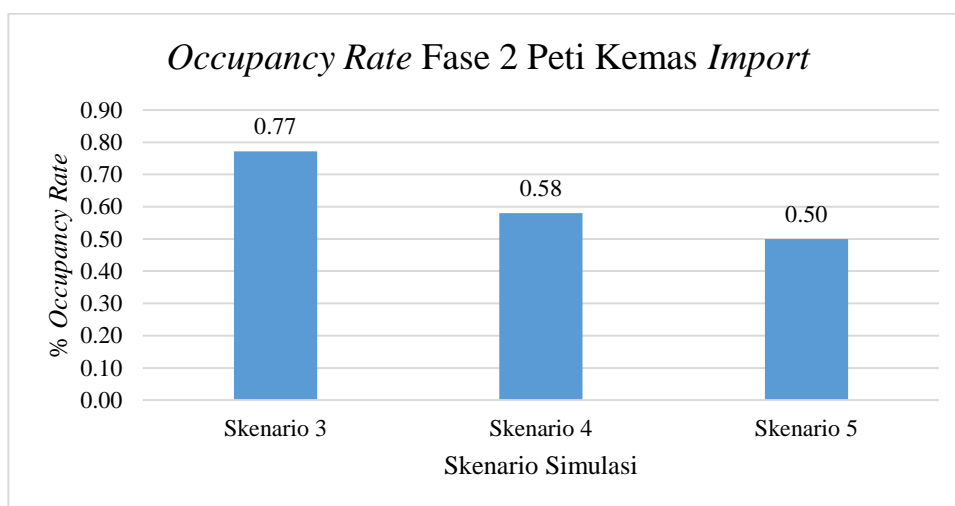
mengalami *shortage* kapasitas yaitu rata-rata 122,21 TEUs per bulan, Gambar 5.5 dan Gambar 5.6.

NO SLOT	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75	77	79
ROW 9	B U F E R A R E A		4 5 F E E T		5316	5314	5918	5685	5419	5910	5936	5676	5642	5901	5865	5825	5053	4986	5731	5620	4868	5851
ROW 8					5785	5697	5313	5896	5827	5941	5812	5500	5924	5638	5792	5734	5791	5408	5906	5856	5633	5728
ROW 7					5818	5568	5824	5932	5693	5794	5707	5512	5780	5458	5139	5879	5752	5691	5527	5904	5862	5369
ROW 6					5309	5551	4927	5711	5068	5899	5809	5898	5228	5674	5644	5759	5761	5870	5635	5725	5400	5743
ROW 5					5704	5040	5567	5826	5822	5914	5558	5821	5647	5771	5801	5880	5684	5362	5219	5163	5850	5845
ROW 4					5462	4957	5831	5829	5816	5920	5663	5892	5557	5756	5798	5614	5750	5740	5783	5673	5380	5853
ROW 3					5944	5166	5805	5694	5541	5943	5867	5540	5873	5393	5922	5921	5875	5863	5397	5735	5848	5893
ROW 2					5417	5810	5887	5939	5297	5902	5788	5661	5874	5877	5895	5510	5509	5659	5885	5849	5623	5464
ROW 1					5702	5929	5934	5911	5909	5907	5886	5514	5378	5890	5421	5786	5859	5626	5765	5847	5737	5608
NO SLOT	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75	77	79

Gambar 5.5 *Plotting Kapasitas Slot Export pada Container Yard saat Kondisi 7*

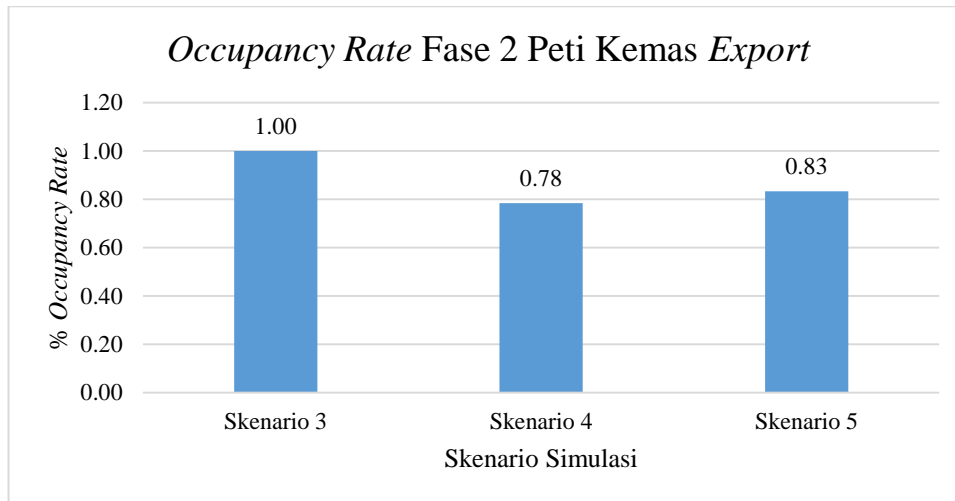
Pada skenario 3, *container yard* mengalami kelebihan kapasitas penyimpanan seperti terlihat pada Gambar 5.5 yaitu penggambaran penyimpanan peti kemas di *container yard*. Cara membaca *plotting* peti kemas tersebut misalnya peti kemas bernomer 5702 (peti kemas *export*) tersebut disimpan pada lokasi *slot* 45 baris ke-1. Artinya, peti kemas tersebut telah menempati *slot* penyimpanan slot 45 dibaris 1.

Perhitungan *occupancy rate* skenario 3 dihitung dengan cara yang sama dengan skenario lain yaitu *slot* yang terpakai dibagi dengan *slot* yang tersedia. Dimana *slot* terpakai pada skenario 3 yaitu 162 *slot* dan dibagi dengan kapasitas total 162 *slot*. Oleh sebab itu, skenario 3 penyimpanan *slot export* mencapai 100%.



Gambar 5.6 *Occupancy Rate Fase 2 Peti Kemas Import*

Dengan penambahan area lapangan penyimpanan, *occupancy rate slot import* mengalami penurunan, skenario 4 dan skenario 5. Hal tersebut disebabkan oleh beban kerja lapangan penyimpanan di setiap blok yang semakin menurun dengan kondisi jumlah kapal yang bersandar rata-rata mencapai 43,72 unit per bulan.



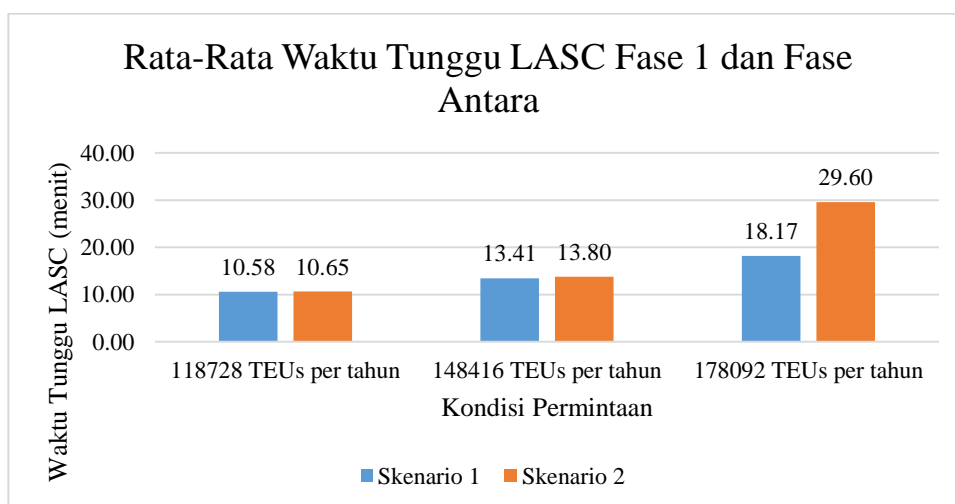
Gambar 5.7 *Occupancy Rate Fase 2 Peti Kemas Export*

Penurunan *occupancy rate* tersebut juga terjadi pada *slot* penyimpanan peti kemas *export*. Akan tetapi, pada skenario 4 sistem mengalami terjadi fenomena bahwa *occupancy rate* lebih rendah dari pada *occupancy rate* skenario 5. Hal tersebut disebabkan oleh sifat keacakan pada model simulasi. Sehingga, *input* peti kemas pada skenario 4 lebih sedikit dari pada skenario 5 dan menyebabkan *occupancy rate slot export* skenario 4 lebih sedikit dari pada skenario 5.

5.2.2.2 *Parameter Waktu Tunggu Peti Kemas*

Parameter yang dijelaskan pada sub bab ini yaitu membandingkan waktu tunggu peti kemas saat berada sisi *landside* ASC. Terdapat 2 skenario yang dibandingkan. Skenario 1 ialah kondisi sistem saat ini, dengan jumlah permintaan 18728 TEUs per tahun. Skenario 1 akan dibandingkan dengan skenario 2 yaitu ketika sistem menggunakan 2 *berthing area* yang mengoperasikan 2 unit *quay cranes* dan 4 unit *quay cranes*.

Penambahan jumlah *quay cranes* di dermaga adalah sebagai dampak bahwa pada saat simulasi skenario 1 saat permintaan 148146 TEUs per tahun dengan 3 blok penyimpanan ASC yang dioperasikan, 2 *berthing area*, dan 2 *quay cranes* ternyata tidak mampu melayani keseluruhan permintaan tersebut. Karena pada kondisi tersebut, sistem mengalami *shortage* (tidak mampu menyimpan peti kemas *export* yang datang) berjumlah rata-rata 188,125 TEUs selama 1 bulan simulasi. Artinya dengan kondisi sistem menggunakan 3 CY, 2 *berthing area* dan 2 *quay cranes* PT Terminal Teluk Lamong diproyeksikan akan kehilangan kesempatan pelanggan sebesar 2257.5 TEUs per tahun. Oleh sebab itu, dijalankan simulasi skenario 2 untuk melihat kapan PT Terminal Teluk Lamong untuk menambah lapangan penyimpanan atau malah menambah *quay cranes* yang beroperasi di dermaga guna mempercepat kedatangan kapal.

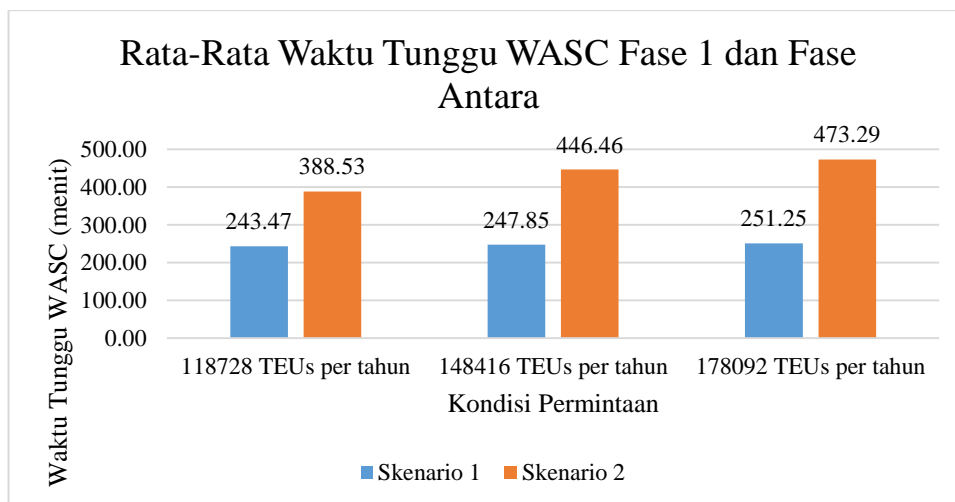


Gambar 5.8 Rata-Rata Waktu Tunggu LASC Fase 1 dan Fase Antara

Pada Gambar 5.8 skenario 1 dan 2 dijalankan untuk seluruh jenis permintaan peti kemas. Misalkan saat permintaan 118728 TEUs per tahun pada skenario 1 rata-rata waktu tunggu peti kemas di area *landside* ASC sebesar 10,58 menit dan skenario 2 yaitu 10,65 menit. Pada kondisi tersebut, tidak terjadi perbedaan yang signifikan atau bisa dikatakan deviasi perbedaan yang hanya mencapai 0,6%. Hal tersebut disebabkan rata-rata jumlah kapal yang bersandar di

terminal pada skenario 1 dan 2 dengan kondisi permintaan 118728 TEUs per tahun adalah hampir sama yaitu 16 unit per bulan, data bisa dilihat pada Gambar 5.12.

Perbedaan yang cukup signifikan ketika skenario 1 dan skenario 2 dijalankan saat permintaan peti kemas 178092 TEUs per tahun dimana prosentase perbedaan rata-rata waktu tunggu peti kemas di *landside* ASC mencapai 38,61%. Hal tersebut disebabkan, saat skenario 1 dijalankan yaitu menggunakan 2 unit *quay cranes*, di dermaga hanya melayani rata-rata 20.45 unit kapal untuk melakukan proses bongkar dan muat. Sedangkan pada skenario 2, dermaga mampu melayani kapal untuk proses bongkar dan muat mencapai 26 unit. Hal tersebut sesuai dengan perkiraan bahwa untuk melayani 178092 TEUs per tahun mengakibatkan frekuensi kapal untuk bersandar bertambah dan mencapai 312 kapal per tahun. Oleh sebab itu, beban kerja *landside* ASC semakin bertambah yaitu ditandai dengan meningkatnya rata-rata waktu tunggu peti kemas karena melayani 2 dermaga yang aktif sekaligus.

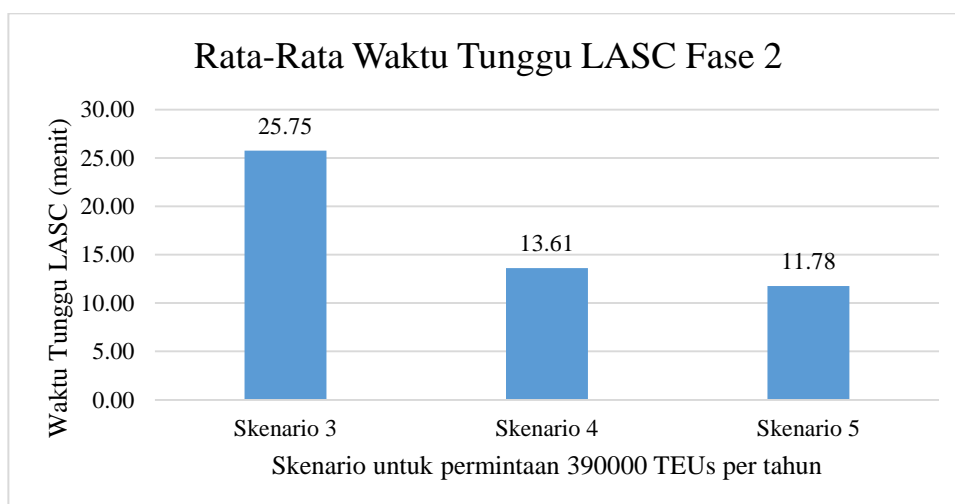


Gambar 5.9 Rata-Rata Waktu Tunggu WASC pada Fase 1 dan Fase Antara

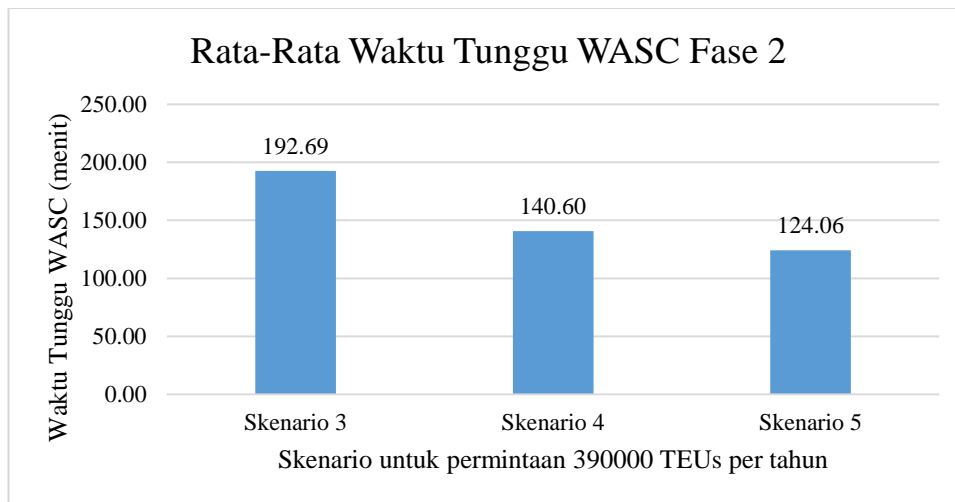
Pada Gambar 5.9 dibandingkan waktu tunggu peti kemas saat akan dimuat pada kapal pengangkut. Waktu tunggu peti kemas di *landside* ASC memiliki rata-rata yang lebih rendah dibandingkan *waterside* ASC. Hal tersebut disebabkan aliran peti kemas yang datang lebih banyak dari peti kemas *export* dibandingkan peti kemas *import*. Di samping itu, sama halnya dengan kondisi di *landside* ASC, rata-

rata waktu tunggu saat 2 *quay cranes* dan 4 *quay cranes* dijalankan terdapat perbedaan rata-rata waktu tunggu peti kemas di *waterside* ASC. Prosentase kenaikan antara skenario 1 dan 2 pada permintaan 118728 TEUs per tahun, 148416 TEUs per tahun dan 178092 TEUs per tahun berturut yaitu sebesar 37,33%; 44,48%; 46,91%. Kenaikan rata-rata waktu tunggu peti kemas tersebut disebabkan, jumlah kapal yang dilayani disetiap fase mengalami kenaikan. Kemampuan dermaga dalam memproses kapal dapat dilihat pada Gambar 5.12. Oleh sebab itu, permintaan peti kemas yang dilayani pada skenario 2 lebih banyak dibandingkan pada skenario 1. Di samping itu, pada skenario 1 dermaga memproses kapal dengan jumlah yang tidak sesuai dengan estimasi banyaknya kapal yang bersandar sehingga dermaga bisa dikatakan *shortage* dari segi kemampuan melayani kapal pengangkut dan menyebabkan peti kemas import tidak terlayani.

Pada saat fase 2 permintaan peti kemas internasional naik secara signifikan yaitu menjadi 390000 TEUs per tahun, sesuai *master plan*. Pada saat permintaan mencapai angka tersebut, PT Terminal Teluk Lamong mengestimasi akan menyediakan 5 lapangan penyimpanan ASC dengan 4 unit *quay cranes* yang melayani dermaga. Kondisi tersebut disimulasikan pada skenario 3. Hasilnya diperlukan rata-rata waktu tunggu peti kemas di *landside* ASC yang mencapai 25,75 menit dan 192,69 menit untuk *waterside* ASC seperti pada Gambar 5.10 dan Gambar 5.11.



Gambar 5.10 Rata-Rata Waktu Tunggu LASC pada Fase 2



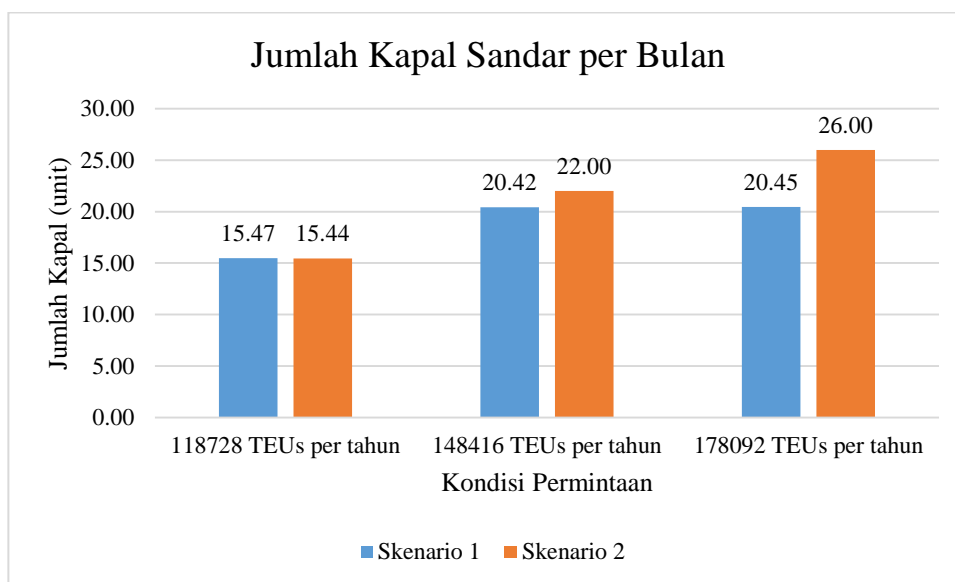
Gambar 5.11 Rata-Rata Waktu Tunggu WASC pada Fase 2

Sedangkan pada skenario 4, sistem ditambah lapangan penyimpanan sebanyak 2 blok. Hasilnya, waktu tunggu peti kemas *landside* dan *waterside* ASC mengalami penurunan. Penurunan waktu tunggu peti kemas tersebut berbanding lurus dengan penambahan lapangan penyimpanan. Seperti terlihat pada skenario 4 dan skenario 5 yang memiliki waktu tunggu peti kemas *landside* ASC sebesar 13.44 %.

5.2.2.3 Parameter Turnaround Time Kapal dan Analisis Kebutuhan ASC

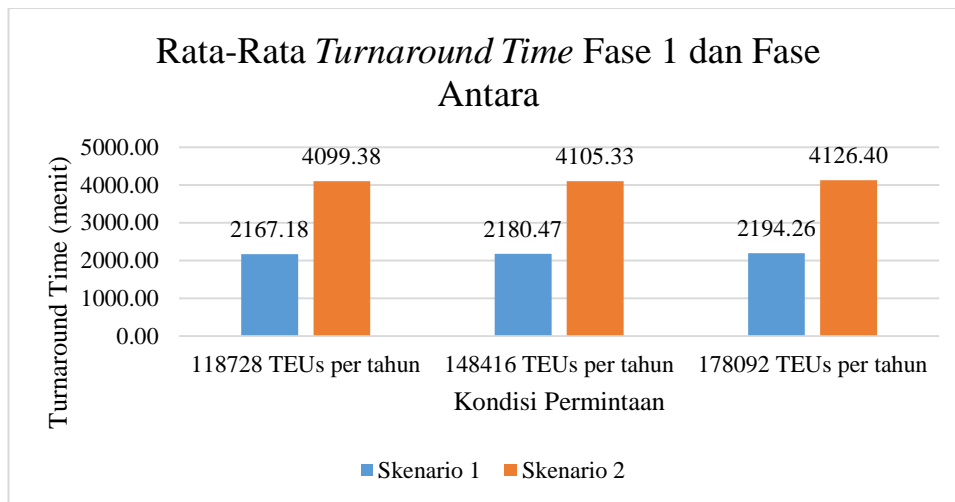
Pada sub bab ini akan dilakukan analisis mengenai kebutuhan jumlah blok ASC pada setiap fase. Kondisi sistem saat ini yang mengoperasikan 3 unit lapangan penyimpanan dan 2 *quay cranes* untuk 2 *berthing area* ternyata tidak mampu memenuhi permintaan pada fase antara yaitu sebesar 148416 TEUs per tahun. Hal ini dilihat berdasarkan, jumlah kapal yang harus bersandar di dermaga untuk fase tersebut adalah 22 unit kapal per bulan, lihat pada Tabel 5.1. Sedangkan, dengan mengoperasikan 2 unit *quay cranes*, dermaga hanya mampu melayani rata-rata 20,42 kapal sehingga dilihat dari segi kedatangan kapal terminal tidak mampu melayani sejumlah 18,96 kapal per tahun. Di samping itu, apabila dilihat dari rata-rata *occupancy rate* pada Gambar 5.3 dan Gambar 5.4 tidak ada yang melebihi 80% karena jumlah kapal yang bersandar kurang dari yang diestimasikan sehingga kapasitas CY tidak digunakan secara maksimal karena kapasitas dermaga yang tidak mencukupi untuk kapal bersandar.

Oleh sebab itu, pada saat *demand* mencapai 148416 TEUs per tahun, PT Terminal Teluk Lamong sebaiknya melakukan proses penambahan *quay cranes* sebanyak 2 unit (sesuai kebutuhan *berthing area* internasional) dari pada menambah jumlah blok lapangan penyimpanan. Hal tersebut didasarkan bahwa, dengan mengoperasikan 3 lapangan penyimpanan *occupancy rate* tidak mencapai titik ekstrim.



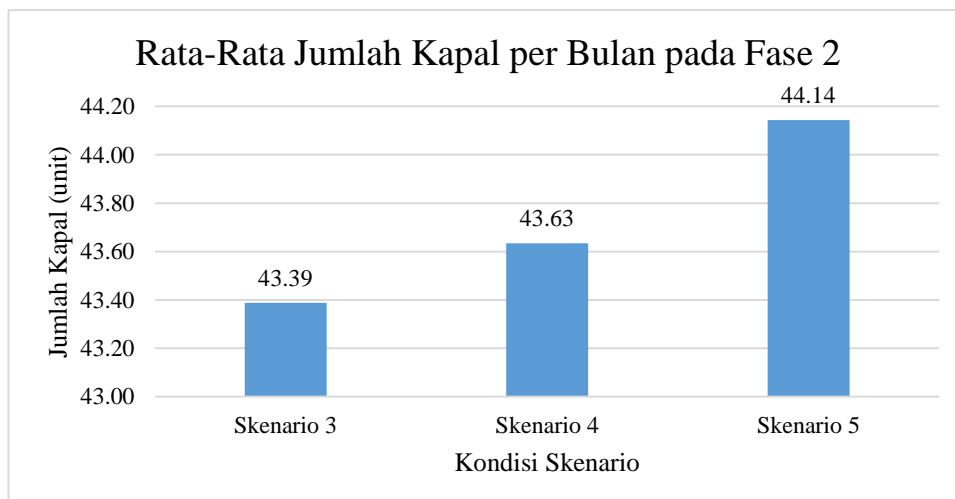
Gambar 5.12 Rata-Rata Jumlah Kapal Sandar per Bulan pada Fase 1 dan Fase Antara

Keputusan untuk menambah *quay cranes* dibandingkan menambah lapangan penyimpanan dibuktikan dengan hasil simulasi pada skenario 2. Dimana jumlah kapal yang seharusnya dilayani pada fase tersebut dapat dilayani semua, terlihat pada Gambar 5.12. Untuk menambah *quay cranes* tersebut berdampak pada *occupancy rate* lapangan penyimpanan maka dibandingkan hasil skenario 1 dan 2 dimana menunjukkan kenaikan penggunaan *slot import* dari 69% menjadi 76% tanpa data terekam telah terjadi *shortage* di sistem. Oleh sebab itu, *shortage* yang terjadi pada kondisi dapat diatasi dengan menambahkan *quay cranes*.



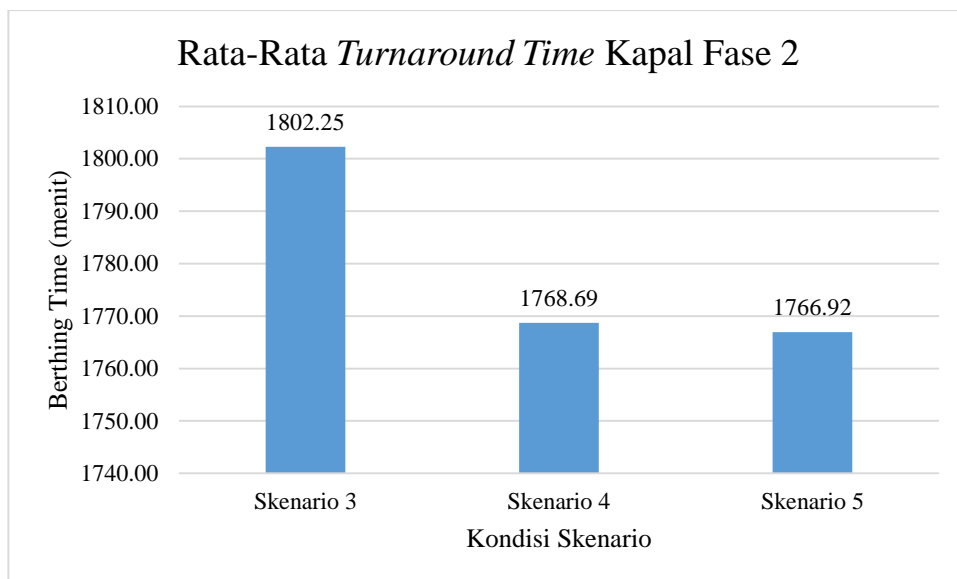
Gambar 5.13 *Turnaround Time* Kapal pada Fase 1 dan Fase Antara

Gambar 5.13 menunjukkan rata-rata waktu lama kapal bersandar di terminal pada beberapa skenario. Terjadi kenaikan *berthing time* saat jumlah kapal yang bersandar mengalami kenaikan. Hal tersebut didukung oleh, rata-rata waktu tunggu peti kemas *waterside* ASC yang mengalami kenaikan. Dimana *berthing time* untuk skenario 1 berbeda dengan skenario 2. Hal ini disebabkan sistem pada skenario 1, beban kerja CY lebih rendah daripada skenario 2. Karena bertanggung jawab melayani 1 *berthing area* aktif. Misalnya pada skenario 1 hanya melayani 20,45 unit kapal sedangkan pada sistem skenario 2 mampu melayani 26 unit kapal sehingga waktu tunggu kapal untuk menunggu proses bongkar muat semakin lama, untuk permintaan 178092 TEUs per tahun.



Gambar 5.14 Rata-Rata Jumlah Kapal per Bulan pada Fase 2

Pada tahap analisis kebutuhan blok ASC pada fase 2, dilakukan uji simulasi pada skenario 3, 4, dan 5. Berdasarkan nilai *occupancy rate* yang diberikan untuk setiap penambahan blok lapangan penyimpanan baik *slot export* dan *import* rata-rata mengalami penurunan. Dimana pada skenario 3, sistem mengalami *shortage* yang ter-*record* 122,21 TEUs per bulan. Sehingga, dengan permintaan 390000 TEUs per tahun, 5 blok lapangan penyimpanan tidak mampu melayani permintaan tersebut. Sedangkan, dengan mengoperasikan 7 blok ASC, tidak terjadi *shortage* selama menjalankan simulasi.



Gambar 5.15 Rata-Rata *Turnaround Time* Kapal Fase 2

Akan tetapi, pada skenario 4 tersebut hanya mampu melayani rata-rata 43,63 kapal per bulan. Dengan demikian, tentunya skenario 4 belum mampu melayani keseluruhan kapal yang diestimasi akan dilayani sebanyak 57 kapal per bulan. Hal tersebut disebabkan oleh, *occupancy* dermaga yang hanya mampu melayani proses bongkar dan muat peti kemas rata-rata sebanyak 43,72 kapal dengan 2 *berthing area* dan 4 unit *quay cranes* yang dioperasikan. Oleh sebab itu, diperlukan penambahan dermaga baru dan *quay cranes* untuk menambahkan kapasitas *berthing area* untuk kapal bersandar dan melakukan proses bongkar dan muat. Berdasarkan hasil simulasi skenario 6 didapatkan rata-rata jumlah kapal yang

bersandar yaitu 56 unit. Dengan *occupancy rate slot import* yang mencapai 80% seperti yang terlihat pada Gambar 5.16.

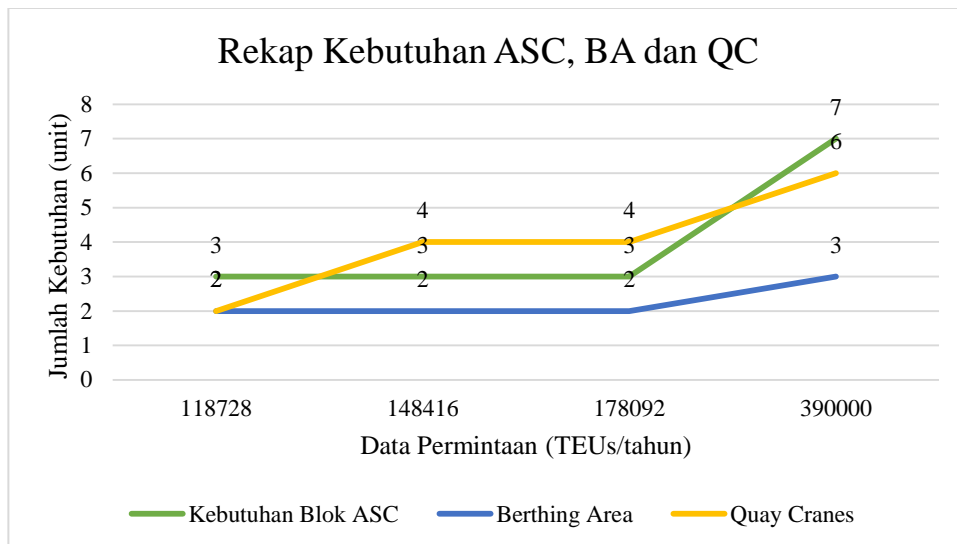
	Delivery-Import																																						
	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43																	
ROW 9																			B U F F E R A R E A	4 5 F E E T																			
ROW 8																																							
ROW 7																																							
ROW 6	4341	4645	4337	4328	4643	4642	4626	4372	4621	4640	4318	4608	4669	4316	4313	4618	4631	4580																					
ROW 5	4570	4561	4555	4294	4548	4586	4277	4542	4579	4509	4591	4568	4648	3743	4272	4604	4536	4268																					
ROW 4	4625	4494	4304	4263	4535	4583	4617	4540	4490	4553	4559	4532	4668	4564	4636	4346	4383	4531																					
ROW 3	4525	4375	4575	4058	4590	4488	4474	4299	4322	4319	4599	4605	4473	4537	4469	4464	4235	4630																					
ROW 2	4230	4522	4562	4363	3905	4589	4647	4224	4622	4395	4221	3751	4458	4670	4145	4390	4690	4151																					
ROW 1	4615	4295	4692	4257	4486	4594	4455	4587	4454	4635	4381	4512	4444	4576	4582	4480	4612	4505																					
NO SLOT	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43																	

Gambar 5.16 Hasil *Plotting* Peti Kemas di *Slot Import* pada Kondisi 10

Pada kondisi simulasi dijalankan dengan permintaan yang sama tetapi jumlah sumber daya lapangan penyimpanan mengalami ditingkatkan didapatkan waktu kapal sandar kapal semakin mengalami penurunan seperti yang terlihat pada Gambar 5.15. Penurunan tersebut disebabkan kecepatan *landside* dan *waterside* ASC untuk memindahkan peti kemas untuk proses muat peti kemas ke kapal pengangkut mengalami percepatan dimana semakin banyak jumlah blok ASC maka waktu yang dibutuhkan untuk bongkar dan muat akan semakin cepat. Hal tersebut, terlihat pada rata-rata waktu sandar kapal yang mengalami penurunan saat skenario 4 dan 5.

5.2.3 Rekap Kebutuhan Blok ASC

Sesuai dengan penjelasan pada sub bab sebelumnya yang menganalisis kebutuhan berdasarkan *occupancy rate*, waktu tunggu peti kemas di *landside* ASC dan *waterside* ASC. Didapatkan beberapa kondisi *ideal* yang mampu mengokomodasi permintaan pada fase 1, fase antara 1, fase antara 2, dan fase 2. Kebutuhan blok lapangan penyimpanan tersebut direkap pada Gambar 5.17 dengan mempertimbangkan penambahan beberapa unit *quay cranes* sebagai konsekuensi akan peningkatan frekuensi peningkatan kapal yang bersandar di dermaga.



Gambar 5.17 Rekap Kebutuhan Blok Lapangan Penyimpanan ASC internasional

Berdasarkan Gambar 5.17, didapatkan informasi bahwa pada saat permintaan peti kemas menjadi 148416 TEUs per tahun maka PT Terminal Teluk Lamong perlu menambahkan *quay cranes* sejumlah 2 unit. Di samping itu, pada fase 2 terminal Teluk Lamong diproyeksikan sebaiknya membangun 7 lapangan penyimpanan peti kemas atau blok ASC dengan *berthing area* berjumlah 3 area dan 6 unit *quay cranes* beroperasi. Fase 2 tersebut diekspetasikan terjadi pada tahun 2014. Akan tetapi, realisasinya pada tahun 2016 permintaan peti kemas sendiri belum mampu mencapai level 390000 TEUs per tahun. Oleh karena itu, sebelum terjadi kenaikan permintaan peti kemas pada level 390000 TEUs per tahun maka sebaiknya PT Terminal Teluk Lamong mulai membangun infrastruktur yaitu 7 blok lapangan penyimpanan, 3 *berthing area* dan 6 unit *quay cranes*.

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN 1. DATA PETI KEMAS *EXPORT*

NO	KODE PETI KEMAS	TIPE	UKURAN	WAKTU KEDATANGAN	WAKTU MUAT
1	SCZU7122635	DRY	20	5390	8293
2	SKLU0409388	DRY	20	6576	8297
3	BSIU2557163	DRY	20	5327	8302
4	BEAU2588210	DRY	20	5164	8303
5	SKLU0734808	DRY	20	6996	8310
6	YMLU3235168	DRY	20	5266	8310
7	GESU1254621	DRY	20	5270	8314
8	BMOU2410710	DRY	20	6851	8314
9	BMOU2360184	DRY	20	5269	8319
10	HDMU2588385	DRY	20	6875	8319
11	TRHU1485219	DRY	20	5349	8322
12	SKLU1560887	DRY	20	6946	8322
13	FCIU4248715	DRY	20	5409	8332
14	BMOU2713419	DRY	20	5777	8332
15	YMLU3197094	DRY	20	7142	8363
16	YMLU3271503	DRY	20	7143	8363
17	DRYU3126510	DRY	20	6079	8370
18	TRHU1703049	DRY	20	5326	8373
19	SKLU1334642	DRY	20	6085	8377
20	TCKU3152121	DRY	20	6119	8379
21	DFSU2200547	DRY	20	5218	8384
22	GLDU3412152	DRY	20	6123	8384
23	TGHU1456266	DRY	20	6222	8385
24	HALU2002092	DRY	20	6468	8386
25	TEMU2619113	DRY	20	6220	8387
26	TRHU2972335	DRY	20	5391	8389
27	HALU2012110	DRY	20	5975	8395
28	HALU3715420	DRY	20	7352	8395
29	DRYU3124570	DRY	20	6104	8401
30	SEGU1651752	DRY	20	7354	8402
31	TEMU3245717	DRY	20	5943	8402
32	DRYU2210591	DRY	20	6735	8403
33	FCIU4991546	DRY	20	6549	8404
34	HJLU1230368	DRY	20	6724	8423
35	EITU0414468	DRY	20	6851	8425
36	TRHU1636341	DRY	20	6691	8426
37	SKLU0411493	DRY	20	7012	8430
38	HALU2016244	DRY	20	7352	8432
39	HDMU2588615	DRY	20	5425	8434
40	HALU2052766	DRY	20	7108	8435
41	DRYU3003201	DRY	20	5713	8437
42	SEGU1821421	DRY	20	6434	8438
43	DFSU2294839	DRY	20	5376	8439
44	BEAU2329190	DRY	20	6689	8440
45	DRYU3127537	DRY	20	5321	8441
46	TGHU1653840	DRY	20	6770	8441
47	DRYU2137438	DRY	20	6727	8446
48	YMLU3374060	DRY	20	6738	8446
49	YMLU3011872	DRY	20	6753	8449
50	SKLU1517448	DRY	20	6761	8449
51	TEMU5959781	DRY	20	7103	8451
52	TEMU4542710	DRY	20	6455	8452

NO	KODE PETI KE- MAS	TIPE	UKU- RAN	WAKTU KEDATAN- GAN	WAKTU MUAT
53	TGHU1954633	DRY	20	6159	8457
54	FCIU4713993	DRY	20	6152	8457
55	HALU3714260	DRY	20	5938	8464
56	SKLU1110848	DRY	20	5487	8465
57	TEMU4275758	DRY	20	7081	8467
58	YMLU3051089	DRY	20	7167	8467
59	TEMU4631139	DRY	20	6802	8468
60	TEMU2678158	DRY	20	6802	8469
61	SEGU1407746	DRY	20	6642	8470
62	GLDU9476555	DRY	20	5976	8470
63	TGHU1946772	DRY	20	6137	8473
64	HALU2007284	DRY	20	6129	8473
65	YMLU3038873	DRY	20	6830	8473
66	TCLU2535988	DRY	20	6695	8474
67	GLDU9800670	DRY	20	5942	8476
68	CXDU1600675	DRY	20	6143	8476
69	HDMU2459578	DRY	20	5742	8483
70	CAIU2874645	DRY	20	6642	8484
71	TEMU2370329	DRY	20	5968	8487
72	HALU3750951	DRY	20	6627	8487
73	YMLU3185489	DRY	20	6575	8488
74	CXDU1604623	DRY	20	5937	8490
75	TEMU5124139	DRY	20	7008	8490
76	HALU3717824	DRY	20	7102	8491
77	BSIU3034552	DRY	20	7166	8493
78	DFSU2228272	DRY	20	7058	8493
79	DRYU3124348	DRY	20	6798	8493
80	SEGU1388380	DRY	20	6683	8496
81	GESU3299625	DRY	20	7021	8500
82	CXDU1735562	DRY	20	6606	8500
83	SKLU0725215	DRY	20	6847	8500
84	SKLU1429748	DRY	20	6654	8502
85	TCNU5832652	DRY	40	7204	8507
86	CAXU9253430	DRY	40	6811	8510
87	CRSU9033969	DRY	40	6865	8514
88	ZCSU8605488	DRY	40	7185	8516
89	TEMU2456612	DRY	20	6564	8518
90	HALU2013651	DRY	20	5968	8519
91	DRYU3001662	DRY	20	6510	8523
92	SKLU1317537	DRY	20	6813	8524
93	ZCSU7059660	DRY	40	5315	8530
94	TEMU6772861	DRY	40	5219	8533
95	MAGU5456127	DRY	40	6885	8545
96	ZCSU8960672	DRY	40	6933	8549
97	SKHU9108875	DRY	40	7074	8557
98	ZCSU8352923	DRY	40	7061	8558
99	MAGU5397493	DRY	40	6923	8560
100	MAGU5491010	DRY	40	5297	8563

LAMPIRAN 2. DATA PETI KEMAS *IMPORT*

NO	KODE PETI KEMAS	TIPE	UKURAN	WAKTU KEDATANGAN	WAKTU PENGAMBILAN
1	EMCU3345554	DRY	20	7771	11132
2	DRYU2711340	DRY	20	7792	11112
3	GESU6351753	DRY	40	7798	32087
4	TEMU6893246	DRY	40	7805	17814
5	EITU1078434	DRY	40	7805	31877
6	AMFU8748380	DRY	40	7808	12398
7	DFSU6434646	DRY	40	7811	12313
8	SEGU5516133	DRY	40	7812	15790
9	TEMU6894052	DRY	40	7815	17188
10	SEGU4675439	DRY	40	7818	15517
11	TGHU6917210	DRY	40	7821	15484
12	TEMU8547113	DRY	40	7827	15711
13	DRYU9872326	DRY	40	7828	12581
14	BEAU2448579	DRY	20	7832	25560
15	TEMU8546760	DRY	40	7835	15467
16	TEMU3405266	DRY	20	7837	31575
17	CKLU4096666	DRY	40	7846	12509
18	CKLU2058883	DRY	20	7850	12817
19	CKLU3058548	DRY	20	7852	17943
20	BEAU2344574	DRY	20	7854	17229
21	YMMU1051669	DRY	20	7859	10738
22	TEMU0261400	DRY	20	7862	26329
23	SKHU5501734	NON DRY	40	7868	19965
24	CKLU4108896	DRY	40	7872	14862
25	SKHU9531608	DRY	40	7874	27801
26	GESU1219030	DRY	20	7878	15724
27	CKLU2048139	DRY	20	7885	26295
28	DRYU9992065	DRY	40	7900	15534
29	TGHU1946406	DRY	20	7927	10211
30	HALU3708627	DRY	20	7932	21436
31	TCKU4374822	DRY	40	7943	30875
32	BMOU9700970	NON DRY	40	7949	11576
33	SKRU8900770	NON DRY	40	7955	11574
34	SKHU9105388	DRY	40	7958	10072
35	TGHU6833573	DRY	40	7959	9839
36	YMLU3367713	DRY	20	7961	21688
37	SKHU8722385	DRY	40	7964	10272
38	SKHU8718976	DRY	40	7972	11099
39	TEMU2373225	DRY	20	7973	22313
40	DFOU8030736	DRY	40	7977	10620
41	CAIU8224781	DRY	40	7987	10070
42	SKHU8405776	DRY	40	7980	9837
43	SKHU8104010	DRY	40	7987	11341
44	TRLU6427620	NON DRY	40	7990	18028
45	CKLU4106743	DRY	40	7993	14714
46	TEMU7550703	DRY	40	7998	16822
47	DRYU9873153	DRY	40	8003	15729
48	SKHU8710701	DRY	40	8007	10139

NO	KODE PETI KE- MAS	TIPE	UKU- RAN	WAKTU KED- ATANGAN	WAKTU PENGAMBI- LAN
49	DRYU9171856	DRY	40	8012	14900
50	SKHU9300168	DRY	40	8023	9989
51	TEMU7550771	DRY	40	8036	17264
52	DFSU4104619	DRY	40	8039	19969
53	SKLU3509190	DRY	20	8043	11457
54	SKHU9003180	DRY	40	8046	17099
55	GESU5227012	DRY	40	8048	16905
56	TGHU0849103	DRY	20	8050	35240
57	TEMU4888744	DRY	20	8062	11328
58	TGCU0188556	DRY	20	8067	18562
59	BSIU3027975	DRY	20	8071	32769
60	SKLU1408560	DRY	20	8085	9346
61	CXDU1607448	DRY	20	8085	25502
62	GLDU9477356	DRY	20	8089	17270
63	HALU2022252	DRY	20	8091	25801
64	HALU3723160	DRY	20	8094	25621
65	GESU2944344	DRY	20	8096	9337
66	BSIU9669669	DRY	40	8100	11347
67	DRYU3057907	DRY	20	8103	18267
68	TEMU5327820	DRY	20	8109	12915
69	BEAU2346896	DRY	20	8111	16933
70	SKLU3514140	DRY	20	8114	16947
71	SKLU1329707	DRY	20	8117	11339
72	BSIU2909201	DRY	20	8121	12599
73	BEAU2449678	DRY	20	8125	26423
74	TCNU5176451	DRY	40	8136	12882
75	SEGU1406204	DRY	20	8144	25805
76	SKLU1518589	DRY	20	8159	15699
77	TRHU2810355	DRY	20	8164	25762
78	DRYU3122690	DRY	20	8167	11066
79	GESU1297639	DRY	20	8167	14925
80	CKLU2054532	DRY	20	8171	17380
81	SKLU1200788	DRY	20	8171	15695
82	MRTU2181741	DRY	20	8173	16232
83	MRTU2181715	DRY	20	8176	15005
84	TEMU3395126	DRY	20	8178	25749
85	CRSU1418917	DRY	20	8178	15466
86	FCIU2195431	DRY	20	8181	15775
87	SKLU1509735	DRY	20	8183	20836
88	TEMU2577804	DRY	20	8185	25639
89	SKLU1537629	DRY	20	8186	28666
90	HDMU2449836	DRY	20	8191	22108
91	TRHU2976813	DRY	20	8193	18570
92	SKHU9202006	DRY	40	8200	39966
93	MRTU2181762	DRY	20	8219	28334
94	SKLU1429650	DRY	20	8225	15541
95	FSCU7888490	DRY	20	8229	15939
96	GESU6711994	DRY	40	8233	15495
97	CKLU4108495	DRY	40	8236	12708
98	CKLU4103066	DRY	40	8242	12366
99	DFSU6986687	DRY	40	8258	15417
100	SITU9153902	DRY	40	8262	28213

LAMPIRAN 3. DATA *VESSEL TROUGHPUT* INTERNASIONAL

NO	VESSEL ID	VESSEL NAME	ARRIVAL TIME	DEPARTURE TIME
1	KODA009	KOTA DAMAI	1810	4640
2	LARE003	LARENTIA	2225	4290
3	NERY001	NEW GLORY	6746	7668
4	RERE006	RED RESOURCE	10590	14735
5	CARP003	CARPATHIA	12530	14320
6	RERO005	RED ROVER	15053	16540
7	RELI005	RELIANCE	18276	19880
8	MESO004	MELL SOLOMON	20025	20820
9	NOVO002	NORTHERN VOLITION	24475	26970
10	AYA3002	AYA 3	27409	30102
11	KODA010	KOTA DAMAI	29242	30950
12	ISTY004	ISA CLARITY	31392	34546
13	TASA003	TASANEE	32525	34094
14	RERE007	RED RESOURCE	35060	36845
15	WIST004	WILLIAM STRAIT	36555	37220
16	RERO006	RED ROVER	41943	44925
17	LARE004	LARENTIA	42342	44466
18	RELI006	RELIANCE	46039	47874
19	CARP004	CARPATHIA	52356	54114
20	WEST004	WELLINGTON STRAIT	59095	59851
21	RERO007	RED ROVER	60558	61914
22	KODA011	KOTA DAMAI	60954	62490
23	NOVO003	NORTHERN VOLITION	62550	64539
24	RERE008	RED RESOURCE	64771	66804
25	RELI007	RELIANCE	70618	72175
26	TASA004	TASANEE	72395	73890
27	ISTY005	ISA CLARITY	75876	77618
28	MESO005	MELL SOLOMON	79980	81294
29	RERO008	RED ROVER	81474	82501
30	TEST001	TEST TTL	82560	82655
31	LARE005	LARENTIA	82915	84696
32	AYA3003	AYA 3	84273	87435
33	KODA012	KOTA DAMAI	84540	86307
34	RERE009	RED RESOURCE	87532	88158
35	NELI001	NEW LIGHT	89159	91440
36	NERY002	NEW GLORY	90562	91635
37	CARP005	CARPATHIA	94620	96444

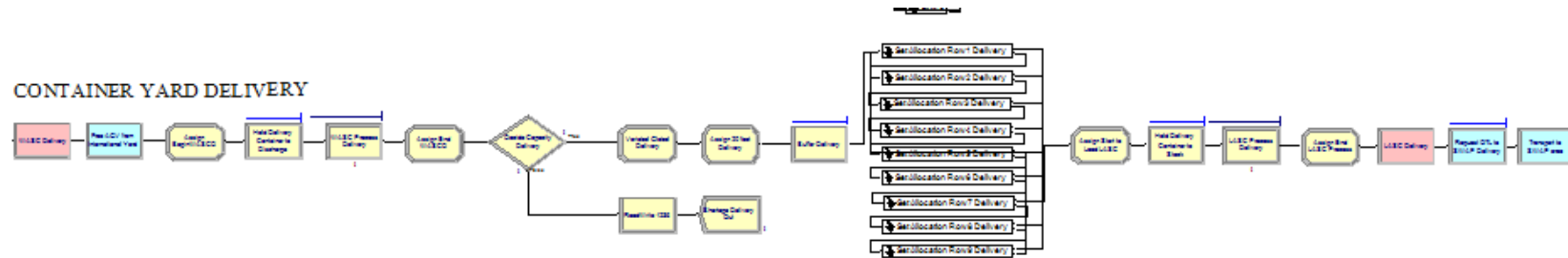
NO	VESSEL ID	VESSEL NAME	ARRIVAL TIME	DEPARTURE TIME
38	WIST005	WILLIAM STRAIT	100338	102171
39	KOLI001	KOTA DAHLIA	100599	103322
40	RELI008	RELIANCE	102324	104900
41	NOVO004	NORTHERN VOLITION	105666	107580
42	ISTY006	ISA CLARITY	108862	110766
43	MEU1002	MERATUS ULTIMA 1	110443	112326
44	KODA013	KOTA DAMAI	111674	113270
45	TASA005	TASANEE	114905	116686
46	RERO009	RED ROVER	117165	118167
47	SISO001	SINAR SOLO	120540	120987
48	KONA001	KOTA NASRAT	120620	122256
49	RERE010	RED RESOURCE	121189	123516
50	KOLI002	KOTA DAHLIA	122890	125219

**LAMPIRAN 4. HASIL SIMULASI BERDASARKAN KONDISI
TRANSPORTER**

<i>Random</i>	<i>Shortest Distance</i>	<i>Largest Distance</i>	<i>Prefered Order</i>	<i>Cycling</i>
2256.221034	2321.994208	2510.084017	2525.126246	2535.993
2358.938332	2633.129833	2362.61061	2091.828227	2268.91
2239.129691	2097.158777	2238.677693	1986.62661	2263.947
2419.346219	2200.492173	1974.724837	2103.191409	2174.298
2493.526409	1980.373233	2255.15302	2291.860009	2290.937
2137.680726	1944.22361	2291.388351	2161.746398	2157.586
2255.292	1999.14922	2163.288819	2050.002342	2322.28
2233.164116	2067.598291	2252.655925	2089.333608	2208.137
2092.526331	1919.830837	2427.745451	2455.653132	2279.566
2094.518918	1922.437434	2323.964755	2261.430201	2211.519
1891.71917	2069.499074	2152.390865	1882.89101	2561.515
2041.012293	2217.961809	2401.80246	2120.529674	2453.512
2177.46671	2125.703265	2082.150984	1949.990561	2236.383
2333.027041	2368.709937	2181.053993	2194.200366	2510.993
2493.798461	2223.962186	2328.177748	2045.702632	2382.035

LAMPIRAN 5. MODEL SIMULASI

Model Container Yard Delivery

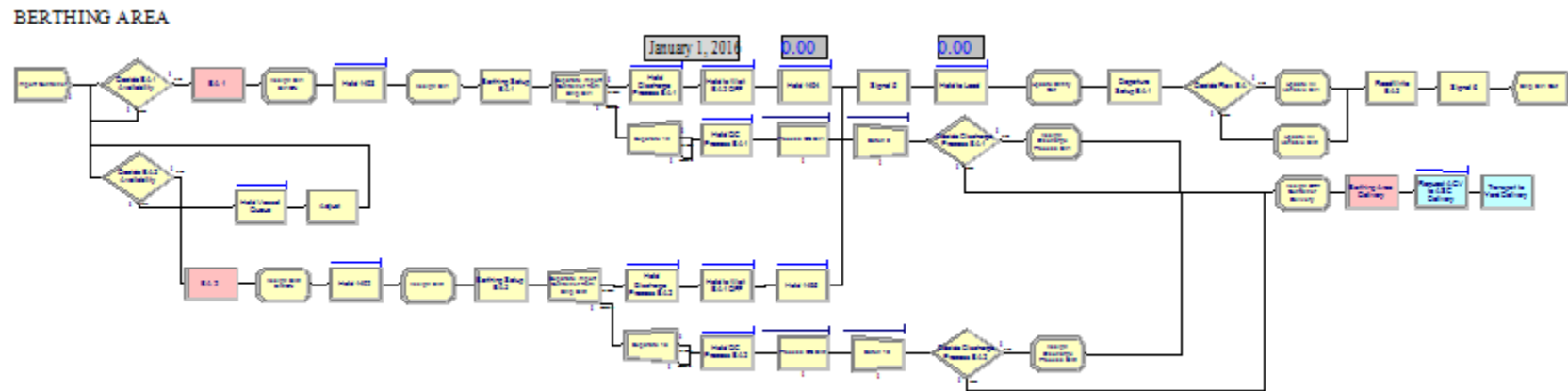


Model Simulasi SWAP Area Delivery

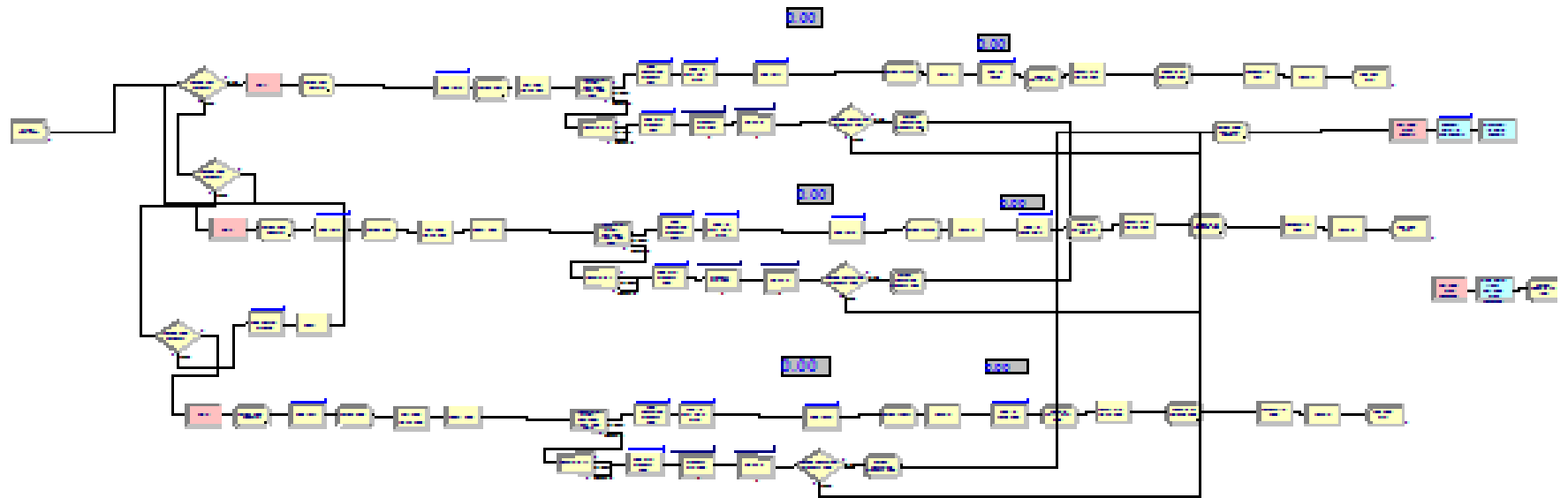
SWAP AREA DELIVERY



Model Simulasi 2 BA



Model Simulasi 3 BA



LAMPIRAN 6. *PLOTTING* PETI KEMAS DI *CONTAINER YARD*

Kondisi 1

	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75	77	79			
ROW 9																			B U F F E R	4 5	F E E T														3207	3205	3171	3200	3233	3246			
ROW 8																																						3208	3199	3240	3226		
ROW 7																																						3100	3188	3244	3243		
ROW 6																																						3202	3203	3201	3071	3061	3230
ROW 5						3177	3168	2963	3154	2949	2948	2926	2939	3161	2905	3148	3147	3146																				3000	3195	3077	3136	3239	3234
ROW 4	2786	3144	2779	2895	3143	3141	3170	3139	2888	3138	3137	2890	3135	3132	2884	3131	3129	2946	A R E A																			3183	3096		3086	3217	
ROW 3	2881	3127	3125	3124	3123	3166	3121	2333	3120	3160	3114	3112	3109	3108	3107	3106	3105	3104																				3184	3190	3045	3245	3227	
ROW 2	3103	3102	3118	3097	2918	3159	3095	3094	3093	2494	3092	3091	2780	3179	2718	3117	2696	3157																			3204	2997	3163	3036	3235	3218	
ROW 1	3151	2861	2860	2877	3162	3085	3081	3169	3080	3078	2936	3076	3073	3122	3072	3070	2675	3116																				3193	3152	3194	3164	3241	
NO SLOT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40			

Kondisi 2

	Delivery-Import																		Receiving-Export																										
	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75	77	79					
ROW 9																			B U F F E R	4 5	F E E T																								
ROW 8																																													
ROW 7																																													
ROW 6	4230	4037	4036	3849	3657	4032	4031	4229	3831	4228	3833	4225	4224	4025	4024	4018	3623	4218																											
ROW 5	4216	4214	4210	4007	4220	4202	4003	3273	4201	4199	4198	4197	4209	4196	4195	3807	4193	3805																											
ROW 4	3984	4192	4191	3983	4189	4187	4186	3826	3641	3825	3795	3619	4206	3793	4183	4170	3976	4167	A R E A																										
ROW 3	3458	4166	4161	4160	4159	4205	4226	4154	3813	4150	4148	4146	4151	3603	4145	3569	4030	4142																											
ROW 2	4141	4138	3953	3768	3767	4136	3950	4135	4217	4134	4130	4184	4208		3756	3752	4128	4126																											
ROW 1	3552	4156	3746	4179	4125	4124	3933	4147	4123	4185	4177	4174	4152	4172	4120	4118	4023	4117																											

Kondisi 3

Delivery-Import																			Receiving-Export																										
	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75	77	79					
ROW 9																			B U F F E R	4 5	F E E T																								
ROW 8																														4930	4905	4704	5060	5058	4484	5054	5062	4627	4618	5047	5026	5045	4581		
ROW 7																														4784	4960	4927	4651	4694	4869	4504	4874	4831	4638	5041	5021	5020	4809	4793	
ROW 6	5003	4353	4998	4790	4787	4991	4785	4975	4971	4969	4985	4968	4966	4983	4965	4747	4959	4961												4986	4957	4916	4993	4654	4865	5044	4842	5036	5053	4811	4801	4810	5017	5008	
ROW 5	4958	4334	4115	4743	4742	4956	4955	5007	4736	4734	4733	4954	4952	4545	4947	4730	4726	4946												4978	4962	4876	5049	4872	4884	5057	4646	4834	4804	4403	4608	5022	4824	4576	
ROW 4	4722	4772	4944	4732	4940	4938	4937	4739	4936	3908	4949	4935	4934	4710	4289	4286	4707	4970	A R E A																										
ROW 3	4932	4997	4928	4926	4924	4990	4923	4982	4920	4700	4987	4729	4696	4690	4560	4689	4980	4471												4953	4351	4863	4939	5048	4852	4673	5051	4857	4839	5040	5034	4591	5028	5018	
ROW 2	4913	4912	4977	4908	4906	4508	4680	4918	4679	4901	4900	4995	4899	4368	4951	4895	4894	4917													4976	4760		4523	4875	4890	4858	5050	5043	4826	4823	5038	5032	5016	5005
ROW 1	4891	4675	4889	4897	4670	4885	4992	4988	4882	5006	4256	4769	4972	4500	4879	5001	4878	4877													4994	4765	4984	4746	4973	4860	4440	5061	5037	4816	4861	4600	5035	5023	4798
NO SLOT	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75	77	79					

Kondisi 4

Delivery-Import																			Receiving-Export																								
	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75	77	79			
ROW 9																			B U F F E R	4 5 F E E T																3247	3200	3227	3105	3275	3265		
ROW 8																																					3232	3241	3236	3134	3271	3260	
ROW 7																																					3238	3034	3013	3188	3280	3281	
ROW 6																																					3246	3043	3158	3155	3279	3261	
ROW 5										2520		2511	2510		2504	2503	2103	2498																				3239	3242	3212	3103	3276	3255
ROW 4	2483	2477		2474	2463	2350	2461		2937	2935	2460	2930	2927	2926	2924	2921		2917																				3248	3223	3177	3233	3278	3264
ROW 3	2916	2909	2451	2702	2907		2698	3219	3213	3202	3199	3189	3195	3181	3210	3171	3168	2891																				3243	3224	3237	3267	3099	3274
ROW 2	3164	2888	3208	3159	2881	3157	2873	2870	3206	3149	3148	2889	2857		3147	3146	3144	3142																		3234	3221	3040	3098	3277	3269		
ROW 1	3140	3138	3135	2901	3133	3130	3128	3126	3124	3120	3123	3205	3150	3114	2834	3169	3109	3107																			3240	3229	3220	3154	3139	3273	3272
NO SLOT	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75	77	79			

Kondisi 5

Delivery-Import																		Receiving-Export																										
	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75	77	79				
ROW 9																			B U F F E R A R E A	4 5 F E E T														3979	4351	4343	4345	4324	4147	4394	4378			
ROW 8																																												
ROW 7													3927	3554	3548	3929	3917	3916																										
ROW 6	3915	3513	3913	3903	3161	3504	3902	3900	3169	3894	4320	4317	4315	4313	4306	4292	4288	4286																										
ROW 5	3861	4284	4290	4279	4272	3850	4322	3844	4263	4262	4255	4248	4244	4265	3812	4300	4234	4232																										
ROW 4	4276	4242	4221	4216	4215	4214	4212	4208	4198	4193	4190	4293	4186	4185	4228	4182	4267	4266																										
ROW 3	4192	4174	4296	4258	4165	4164	4163	4197	4155	4153	4152	4148	4146	4142	4128	4304	4126	3840																										
ROW 2	4222	4277	3922	4141	4121	4123	4181	4196	4307	4132	4108	4303	4227	3928	4103	4131	3769	3683																										
ROW 1	3328	4097	3888	4092	4091	4088	4086	4084	4083	4082	4078	3665	4282	4135	4116	3934	4297	4093																										
NO SLOT	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75	77	79				

Kondisi 6

Delivery-Import																			Receiving-Export																														
	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75	77	79									
ROW 9																			B U F F E R A R E A	4 5 F E E T																													
ROW 8																																																	
ROW 7		4375	4364	4357	4350	4322	3980	3978	3968		4315	4779	4789	4772	4766	4764	3801	4763																															
ROW 6	4756	5155	5154	5149	5146	5145	5087	4731	5151	4730	4728	5127	5125	5139	5069	5131	5060	5138																															
ROW 5	5057	5144	5054	5052	5065	4713	5051	5048	5137	4785	5117	5034	4996	4993	5152	4549	5112	5111																															
ROW 4	4799	5089	4977	4964	4960	5143	5133	5109	5135	4778	4783	4956	4955	4952	5105	4703	4949	5124																															
ROW 3	4944	4942	4998	5062	5094	5115	4936	4696	4991	5096	4543	4994	5071	4968	4932	4999	4573	4921																															
ROW 2	5140	4693	5141	4927	5122	4917	4909	5044	3981	4903	4901	5063	4928		5120	5134	5106	4920																															
ROW 1	4507	4963	4892	4919	5101	5053	4571	5113	4966	5142	4989	4881	5074	5156	4878	4564	5078	4874																															
NO SLOT	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75	77	79									

Kondisi 7

NO SLOT	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75	77	79
ROW 9																			B U F F E R A R E A	4 5 F E E T			5316	5314	5918	5685	5419	5910	5936	5676	5642	5901	5865	5825	5053	4986	5731	5620	4868	5851
ROW 8																	3876						5785	5697	5313	5896	5827	5941	5812	5500	5924	5638	5792	5734	5791	5408	5906	5856	5633	5728
ROW 7		3635	4381		5787	5683	5615	5681	5757	5593	5534	5690	5525	5258	5524	5811	5751	4818					5818	5568	5824	5932	5693	5794	5707	5512	5780	5458	5139	5879	5752	5691	5527	5904	5862	5369
ROW 6	5591	5513	5806	5415	5414	6073	6067	6062	6060	6056	6013	6048	5741	6003	5603	5497	5451	5945					5309	5551	4927	5711	5068	5899	5809	5898	5228	5674	5644	5759	5761	5870	5635	5725	5400	5743
ROW 5	6053	6045	5800	5947	5926	5913	5912	5908	5905	5897	5726	5894	6010	5391	5884	6042	5937	5646					5704	5040	5567	5826	5822	5914	5558	5821	5647	5771	5801	5880	5684	5362	5219	5163	5850	5845
ROW 4	5940	6007	6051	5586	5998	5994	5991	5709	5986	5985	5988	5876	5768	5796	5966	5769	6063	5869					5462	4957	5831	5829	5816	5920	5663	5892	5557	5756	5798	5614	5750	5740	5783	5673	5380	5853
ROW 3	6023	5123	5933	6022	5645	5275	5960	6050	5957	5942	6029	5860	5963	6020	6040	5763	6034	5982					5944	5166	5805	5694	5541	5943	5867	5540	5873	5393	5922	5921	5875	5863	5397	5735	5848	5893
ROW 2	6018	5802	5872	6038	5231	5601	5855	5888	5730	5980	5854	5625	5504	4134	5928	6032	6071	5954					5417	5810	5887	5939	5297	5902	5788	5661	5874	5877	5895	5510	5509	5659	5885	5849	5623	5464
ROW 1	5775	6043	6027	5502	5658	6025	6017	5650	5930	5476	6005	5370	5953	5949	5764	5445	5632	6036					5702	5929	5934	5911	5909	5907	5886	5514	5378	5890	5421	5786	5859	5626	5765	5847	5737	5608
NO SLOT	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75	77	79

Kondisi 8

Delivery-Import																			Receiving-Export																													
	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75	77	79								
ROW 9																			B U F F E R A R E A	4 5 F E E T							4282	4235	4050	4370	4354	4074	4348	4135	4214	4290	4196	4208	3922	4201	4292							
ROW 8																															4249	4027	3719	4213	4108	4296	4306	4043	3865	4237	4286	4312	4288	4191				
ROW 7																																	4371	4039	3965	4319	3877	3797	4325	4021	4345	3974	4223	4203	4192	4100		
ROW 6																4166	4114	3810			3792												4357	4089	4335	4254	4339	4141	4060	3838	4309	3826	4293	4382	4377	4384		
ROW 5																																		4270	4268	3692	4341	4162	4078	4032	4215	4350	4304	4375	4013	4381	4378	
ROW 4	3528	3897	3896	4142	4160	4372	3770	3814	3964	4366	4079	4364	3946	4075	4362	4360	4073	4355																4347	4267	4358	4222	3735	4064	4198	3987	4125	4321	4318	4122	4376	4373	
ROW 3	4334	4327	3704	4308	4301	3988	4057	4295	4369	4300	4046	4127	4287	4281	4352	3911	4275	4273																	4365	4175	3611	4328	4332	4155	4066	3740	4383	4124	4096	4294	4006	4385
ROW 2	4093	4315	3918	4184	3958	4320	3995	4182	4351	4183	4250	4153	4247	3903	4241	4150	4238	4367																	4363	4072	3720	4359	4343	4140	4243	3892	4330	4210	4303	4380	4284	4188
ROW 1	4283	4374	4349	4361	4307	4053	4115	3919	4324	4173	3933	4136	4138	4186	4342	4337	4305	4226																	4368	4159	4279	4331	4356	4316	4022	4299	4205	4285	4197	4386	4015	4379
NO SL	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75	77	79								

Kondisi 9

Delivw-Import																			Receiving-Export																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75	77	79																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
ROW 9																			B U F F E R A R E A	4 5 F E E T																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					

Halaman ini sengaja dikosongkan